

ANLEITUNG

beim Studium des Baues

der

NERVÖSEN CENTRALORGANE

im gesunden und kranken Zustande.

Von

D^r. HEINRICH OBERSTEINER,

k. k. a. ö. Professor a. d. Universität in Wien.

Zweite, vermehrte und umgearbeitete Auflage.



Mit 184 Holzschnitten.

LEIPZIG UND WIEN.
FRANZ DEUTICKE.
1892.

Medicinischer Verlag von Franz

Adamkiewicz, Prof. Dr., Die Rückenmarksschwin
Mit 4 Holzschnitten und 2 lithographirten Tafeln. 1885. —

Ballet Gilbert, Prof., Die innerliche Sprache u
Formen der Aphasie. Nach der 2. französischen Ausga
Verfassers übersetzt von Dr. Paul Bongers. Mit 12 Abbildu

Beard, G. M., AM., MD., Die sexuelle Neuras
Aetiologie, Symptomatologie und Behandlung. Mit
kranke. Herausgegeben von A. D. Rockwell, AM., DM
sirte deutsche Ausgabe. 2. Auflage. 1890. — Preis 4 M.

Beaunis, H., Der künstlich hervorgerufene Somnam
und psychologische Studien. Autorisirte deutsche Ausgabe
Mit 4 Abbildungen. 1889. — Preis 4 M.

Bericht über die nied.-öst. Landesirrenanstalt Ybbs.
— Preis 10 M.

Bernheim, Dr. H., Die Suggestion und ihre He
deutsche Ausgabe von Dr. Sigm. Freud. Mit Abbildungen. -

Bramwell, Byrom, Die Krankheiten des Rücken
Dr. Nathan Weiss. 2. Auflage. Vermehrt und verbessert
in Wien. Mit 102 Holzschnitten und 81 lithographirten Abb
12 M., geb. 14 M.

Centralblatt für Physiologie. Unter Mitwirkung
Gesellschaft zu Berlin herausgegeben von Prof. Dr. Sig

= Juli 1891. =

Medicinischer Verlag

von

FRANZ DEUTICKE

in

Leipzig und Wien.

Centralblatt für Physiologie.

er Mitwirkung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin

herausgegeben von

Dr. Sigm. Exner in Wien. und **Prof. Dr. Johannes Gad** in Berlin.

„Centralblatt für Physiologie“ erscheint alle zwei Wochen und stellt sich die eben kurzen Originalmittheilungen einen Ueberblick über die gesammte einschlägige s In- und Auslandes zu liefern. Das **„Centralblatt für Physiologie“** zählt zu rbeitern:

ach in Berlin.
Benda in Berlin.
n Beneden in Lüttich.
dermann in Prag.
t in Lund.
hr in Kopenhagen.
ulski in Krakau.
ilewsky in Charkow.
tre in Paris.
asch in Graz.
el in Leipzig.
in Strassburg.
A. Fick in Zürich.
Fleischl in Wien.
ch in Frankfurt a/M.
redericq in Lüttich.
Freud in Wien.
v. Frey in Leipzig.
Dr. S. Fuchs in Wien.
Dr. A. Goldscheider in Berlin.
Prof. M. Gruber in Wien.
Prof. Grützner in Tübingen.
Doc. Dr. E. Grunmach in Berlin.
Prof. Dr. Holl in Graz.
Dr. M. Joseph in Berlin.
Prof. Klemensiewicz in Graz.
Prof. Dr. Klebs in Basel.
Prof. Dr. H. Krause in Berlin.
Prof. v. Kries in Freiburg.
Prof. Langendorff in Königsberg.
Prof. Latschenberger in Wien.
Doc. Dr. A. Lustig in Turin.
Prof. J. Mauthner in Wien.
Prof. Dr. H. Molisch in Graz.
Prof. A. Mosso in Turin.
Prof. H. Obersteiner in Wien.
Doc. Dr. Openchowski in Dorpat.
Doc. Dr. R. v. Pfungen in Wien.
Prof. P. Place in Amsterdam.
Doc. Dr. E. J. Remak in Berlin.
Prof. Ch. Richet in Paris.
Doc. Dr. L. Riess in Berlin.
Doc. Dr. Röhmann in Breslau.
Prof. M. Rubner in Marburg.
Dr. J. Sander in Berlin.
Dr. K. Schönlein in Würzburg.
Doc. Dr. K. Schotten in Berlin.
Dr. Steinach in Prag.
Dr. M. Sternberg in Wien.
Prof. L. v. Thanhoffer in Pest.
Dr. H. de Varigny in Paris.
Doc. Dr. Ziehen in Jena.

Im Erscheinen begriffen: Bd. V. (Litteratur 1891).

llungen auf das **„Centralblatt für Physiologie“** nehmen alle Buchhandlungen und n des In- und Auslandes entgegen. Der Preis für den Jahrgang beträgt M. 25.—; ler Verlagsbuchhandlung unter Kreuzband bezogen M. 27.50.

Jahrbücher für Psychiatrie.

Herausgegeben vom

für Psychiatrie und forensische Psychologie in Wien.

Redigirt von

r. J. Fritsch .-Docent in Wien. — **Dr. M. Gauster** Regierungsrath in Wien. — **Dr. v. Krafft-Ebing** Professor in Wien.

Dr. Th. Meynert Professor in Wien. — **Dr. A. Pick** Professor in Prag.

unter Verantwortung von

Dr. J. Fritsch.

ienen sind:

Jahrgang 1879	(3 Hefte), 206 S.	Preis M.	6.—
„ 1880/81	(3 „), 215 S. Text und 2 Tafeln	„ „	5.60
„ 1881/82	(3 „), 2?0 S. Text und 6 Tafeln	„ „	7.50
„ 1882/83	(3 „), 206 S. Text und 4 Tafeln	„ „	7.60
„ 1884	(3 „), 280 S. Text und 1 Tafel	„ „	7.60
„ 1885/86	(3 „), 238 S. Text	„ „	6.80
„ 1887	(3 „), 236 S. Text	„ „	10.50
„ 1888	(3 „), 348 S. Text	„ „	11.—
„ 1889/90	(3 „), 352 S. Text und 18 Abbildungen	„ „	12.—

Leipzig und Wien.

. für den Buchbinder: Der vorliegende Katalog ist beim Einbinden mit beizuheften.

arks.
iss.

ele Aerzte noch

ophica zur Dar-

- Preis 10 M.

mus.

ieden.

ngreichen Buch
llg. Zeitung.

tsche Ausgabe

Werk Bernheim's
mmt, der ihm auch
ir. Rundschau.)
unkt aus, die beste

klin. Medicin.)
tismus und selbst
g für das ausge-

Rundschau.)
mit besonderer

llung der mo-
s im Becken-

Studirende.

ADAMKIEWICZ, PROF. DR., **Die Rückenmarksschwindsucht.** Eine Vorlesung. Mit 4 Holzschnitten und 2 lithographirten Tafeln. 1885. — Preis 2 M.

— — Keiner, den die Frage der Rückenmarkschwindsucht überhaupt interessirt, kann das Buch unbefriedigt aus der Hand legen. Im Uebrigen trägt auch diese Monographie Adamkiewicz's auf jeder Seite das Gepräge jener bestechenden Gedankenklarheit und jener durchweg von der Schablone abweichenden Originalität, welche alle Arbeiten dieses Autors in so vortheilhafter Weise auszeichnen. *Wr. med. Presse 1885, Nr. 49.*

Arbeiten des VI. Congresses für Hygiene und Demographie zu Wien 1887. 37 Hefte und 6 Ergänzungshefte. 1887—1888. Preis 55 M.

AUGUST, O., **Die Krankenpflege durch Frauen.** 1872. Preis 80 Pf.

Die innerliche Sprache

und die verschiedenen

Formen der Aphasie.

Von

Gilbert Ballet,

a. o. Professor der medicin. Facultät in Paris.

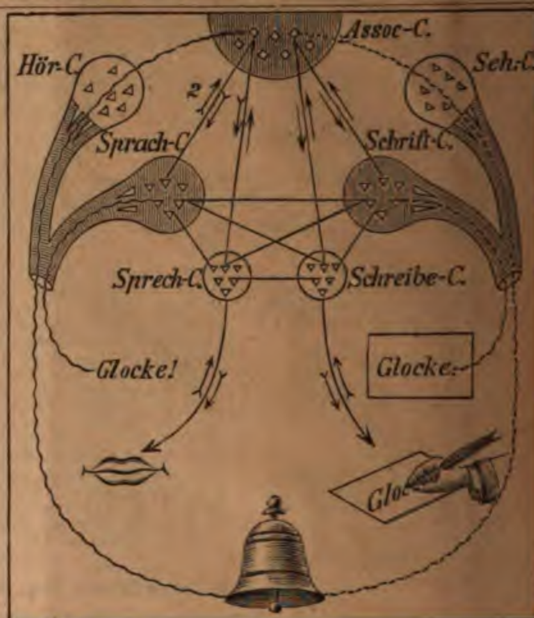
Nach der 2. französischen Ausgabe mit Genehmigung des Verfassers übersetzt

von

Dr. Paul Bongers

(Jena)

Mit 12 Abbildungen. 1890. Preis 4 M.



BANDL, PROF. DR. L., **Ueber Ruptur der Gebärmutter und ihre Mechanik.** Mit 4 Taf. 1875. Preis 4 M.

BANDL, PROF. DR. L., **Die Bozemann'sche Methode der Blasen-Scheidenfistel-Operation.** Mit 22 Holzschnitten. 1883. Preis M. 1.60.

BAUMGARTEN, DR. E., **Die Epistaxis und ihre Behandlung vom rhino-chirurg. Standpunkte.** 1886. Preis M. 1.40.

Die sexuelle Neurasthenie,

ihre Hygiene, Aetiologie, Symptomatologie und Behandlung.

Mit Recepten für Nervenkranke von weil. G. M. Beard, AM., MD.

Herausgegeben von

A. D. Rockwell, AM., DM., in New-York.

Autorisirte deutsche Ausgabe, 2. Auflage. 1890. — Preis 4 M.

— — Beard war nicht allein der Erste, der die Erscheinungen der Neurasthenie eingehend studirte und beschrieb, sondern auch die Therapie dieser Affectionen verdankt ihm reichliche Förderung. Dabei war Beard's therapeutisches Handeln in solchen Fällen ein höchst eigenartiges, vielfach combinirtes, oft jedoch von glänzenden Erfolgen begleitet. *Münch. Med. Wochenschrift.*

BORYSIEKIEWICZ, DOC. DR. M., **Untersuchungen über den feineren Bau der Netzhaut.** Mit 91 Abbildungen. 1887. — Preis 4 M.

Leipzig und Wien.

Die Krankheiten des Rückenmarks.

Von **Byrom Bramwell** in Edinburgh. Uebersetzt von Dr. **Nathan Weiss.**

2. Auflage.

Vermehrt und verbessert von Dr. **Max Weiss** in Wien.

Mit 102 Holzschnitten und 81 lithographirten Abbildungen. 1885.

Preis 12 M. Geb. 14 M.

— — Das beste Werk in knapper Fassung über Rückenmarks-Krankheiten — ein für viele Aerzte noch unbekanntes Gebiet. — — — —



Schnitt durch die Wand des linken Herzventrikels in einem Falle von Paralysis pseudohypertrophica zur Darstellung degenerirter Muskelfasern mitten im fibrösen Gewebe.

Bericht über die n.-ö. Landesirrenanstalt Ybbs. Mit Tafeln in Fol. 1879. — Preis 10 M.

Der künstlich hervorgerufene Somnambulismus.

Physiologische und psychologische Studien von

H. Beaunis,

Professor der Physiologie an der medicinischen Facultät in Nancy.

Autorisirte deutsche Ausgabe von

Dr. Ludwig Frey,

1. Secundararzt der I. chirurgischen Abtheilung am k. k. Krankenhause Wieden.

Mit 4 Abbildungen. 1889. — Preis 4 M.

— — „Der ganze Reiz, den das wissenschaftliche Experiment übt, ist dem nicht eben umfangreichen Buch eigen.“ *Münch. Allg. Zeitung.*

Bernheim, Dr. H., **Die Suggestion und ihre Heilwirkung.** Autorisirte deutsche Ausgabe von Dr. Sigm. Freud. Mit Abbildungen. — Preis 8 M. Geb. 10 M.

— — „Es unterliegt keinem Zweifel, dass das von Dr. Freud sehr geschickt übersetzte Werk Bernheim's in der lawinenhaft anschwellenden Literatur über Suggestion einen der ersten Plätze einnimmt, der ihm auch sicher gebührt.“ *(Med. chir. Rundschau.)*

— — „Nach diesem Allem bleibt das Buch als Ganzes betrachtet, vom klinischen Standpunkt aus, die beste und klarste Darstellung, die wir über die therapeutische Verwerthung der Suggestion besitzen. *(A. Moll, Centralblatt f. klin. Medicin.)*

— — Wir wiederholen es: Dieses Buch muss gelesen werden; es ist das Brevier des Hypnotismus und selbst über jene Lippen, die sonst das skeptische Lächeln umspielt, wird wohl ein Wort der Anerkennung für das ausgezeichnete Werk dringen, mit dem der Forscher von Nancy die ärztliche Welt beschenkt hat. *(Intern. klin. Rundschau.)*

Braun v. Fernwald, Dr. Egon, **Beiträge zur Lehre der Laparotomien** mit besonderer Berücksichtigung der conservativen Myomotomien. 1890. — Preis 2 M.

Breus, Doc. Dr. Carl, **Die Beckeneingangszangen.** Uebersichtliche Darstellung der modernen Zangenmodificationen und ihrer Verwerthbarkeit für die Extraction des im Beckeneingange stehenden Schädels. Mit 29 Holzsch. 1885. — Preis 3 M.

Buchwald, Doc. Dr. Alfred, **Arzneiverordnungslehre für Aerzte und Studirende.** Mit 15 Holzschnitten. 1885. — Preis 3 M.

Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems insbesondere über Hysterie.

Von **J. M. Charcot.**

Autorisirte deutsche Ausgabe von

Dr. Sigm. Freud,

Docent an der k. k. Universität in Wien.

Mit 59 Abbildungen.

1886. — Preis 9 M. Geb. M. 10.60.



Aus einem Falle männlicher Hysterie.

Chiari, Prof. Dr. Hans, **Ueber die topographischen Verhältnisse des Genitales einer inter partum verstorbenen primipara.** Nach einem Gefrierschnitt. Mit 5 chemigr. Tafeln und 4 Holzschn. 4°. Cart. 1885. — Preis 6 M.

Chiari, Doc. Dr. O., **Erfahrungen auf dem Gebiete der Hals- und Nasenkrankheiten nach den Ergebnissen des Ambulatoriums.** 1887. — Preis M. 2.50.

— — Wenn nun, wie auch der Verfasser in der Einleitung selbst betont, die Natur des ambulatorischen Materials es unmöglich macht, ein in allen Theilen abgeschlossenes Ganzes zu liefern, so sind doch die vorliegenden Erfahrungen als ein schätzenswerther Beitrag für das Studium der Laryngologie und Rhinologie zu betrachten und kann deren eingehende Lectüre den Fachcollegen wärmstens empfohlen werden.

Wiener medicinische Presse 1888, Nr. 2.

Coen, R., **Zur Pathologie, Aetiologie und Therapie des Stotterübels.** 2. Auflage. 1872. — Preis M. 1.20.

Czermak, Director Dr. J., **Die mährische Landes-Irrenanstalt bei Brünn, ihre bauliche Einrichtung, Administration, ärztliche Gebahrung und Statistik.** Mit vielen Tafeln und Formularien. 1866. 4°. — Preis 10 M.

Czermak, J. N., **Mittheilungen aus dem physiologischen Privatlaboratorium in Leipzig.** 1. Heft. 1866. — Preis 2 M.

— — **Populäre physiologische Vorträge,** gehalten im akadem. Rosensaale zu Jena 1867—69. Mit Taf. u. Abb. 1869. — Preis 4 M.

Czerwinski, Director Dr. Joh., **Compendium der Thermotherapie (Wasserkur).** 1875. — Preis 4 M.

Demange, Prof. Emile, **Das Greisenalter.** Klinische Vorlesungen. Autorisirte deutsche Ausgabe von Dr. Franz Spitzer. Mit 6 lithogr. Tafeln. 1887. — Preis 3 M.

Den Inhalt dieser Arbeit bilden die Resultate von Verfassers Untersuchungen und Betrachtungen über das Greisenalter. — — — Das Studium derselben sollte kein rationeller Arzt unterlassen, es wird ihm, abgesehen von dem rein wissenschaftlichen Interesse, das der Inhalt bietet, gar manche für die Beurtheilung und Behandlung der Greisenkrankheiten wichtige und zuverlässige Anleitung gewähren. Die beigegebenen Illustrationen erleichtern das Verständnis der in dem Buche erörterten pathologischen Veränderungen.

Allgemeine medicinische Centralzeitung 1888, Nr. 10.

Der Augenspiegel

und die

ophthalmoskopische Diagnostik.

Von **Dr. F. Dimmer,**

Docent an der Wiener Universität.

Mit 73 Abbildungen.

1887. — Preis 5 M.



Refractionsbestimmung mittelst der Retinoskopie.

„Merkwürdigerweise ist in unserem so schreiblustigen Decennium kein Buch, welches sich mit dem durch das Ophthalmoskop zu diagnosticirenden Krankheiten befasst, geschrieben worden. Dimmer ist nun dem so vielfach ausgesprochenen Verlangen von Aerzten und Studirenden nachgekommen und hat ein 170 Seiten zählendes, mit 73 Abbildungen versehenes Lehrbuch herausgegeben, in welchem in möglichst gedrängter Form dasjenige zusammengestellt wurde, was der Praktiker wissen muss, um den Augenspiegel zur Diagnose der Refractionsanomalien und der intraoculären Erkrankungen mit Erfolg verwenden zu können."

Königstein. Centralblatt für Therapie, Mai 1887.

Leipzig und Wien.

DIE SYPHILIS

und die venerischen Krankheiten.

Ein kurzgefasstes Lehrbuch zum Gebrauch für Studirende und praktische Aerzte.

Von Dr. Ernest Finger,

Docent an der Universität in Wien.

Mit 4 lithogr. Tafeln. Zweite verbesserte Auflage.

1888. Preis 6 M. Geb. M. 7.50.

Urtheile über die erste Auflage:

Das vorliegende Werkchen, welches indessen keineswegs als blosses Compendium betrachtet werden dürfte, ist in Anlage und Ausführung durchaus praktisch, indem es in ebenso prägnanter als knapper Form und doch in anschaulicher Weise die Pathologie, Symptomatologie und Therapie der hier in Frage kommenden Krankheiten behandelt und dabei stets dem neuesten Standpunkte unseres Wissens in objectiver Weise Rechnung trägt. Wir können darum das Buch allen Denjenigen, welche sich in das Specialfach der Syphilis und der venerischen Erkrankungen einzuführen wünschen, auf's Beste empfehlen. — — —

Münchener medicinische Wochenschrift 1886.

Das Buch ist wegen seiner Klarheit und knappen Fassung zur Einführung in das so wichtige Gebiet sehr empfehlenswerth.

Deutsche medicinische Wochenschrift 1886.

Urtheile über die zweite Auflage:

Wiewohl dieses kurzgefasste Lehrbuch erst Ende des Jahres 1885 erschienen ist, hat sich in diesem Zeitraum schon das Bedürfnis nach einer zweiten Auflage herausgestellt, was wohl mit Recht für dessen Brauchbarkeit, für dessen rasche Verbreitung spricht. — — —

Allgemeine Wiener medicinische Zeitung 1888, Nr. 8.

Ein Lehrbuch der Syphilis, von welchem nach zwei Jahren bereits eine neue Auflage nothwendig wird, hat jedenfalls einen überraschenden Erfolg errungen. Gerade die letzten Jahre haben uns eine reichliche Anzahl von Lehrbüchern, Handbüchern und Vorlesungen über Syphilis gebracht, von denen manche den strengsten Anforderungen genügen und doch nur wenige das Buch Finger's überragen; denn als Lehrbuch im engen Wortsinne nimmt das vorliegende Werk wohl eine höchst ehrenvolle Stelle ein. Es bringt Alles zur Erfüllung seines Berufes mit, was man verlangen kann: Klarheit, Kürze und Uebersichtlichkeit. Auf 248 Seiten finden wir nicht nur die Pathologie und Therapie der Syphilis, sondern auch die des weichen Geschwüres und des Trippers in zweckdienlichster Vollständigkeit abgehandelt. Einige histologische Bilder ergänzen den Lehrwerth des Buches in vortheilhafter Weise. Die Ausstattung ist höchst befriedigend. Dem Finger'schen Lehrbuche wird sein Erfolg noch manches Jahr treu bleiben.

Internationale klin. Rundschau 1888, Nr. 11.



Aus: Finger, Die Blennorrhöe der Sexualorgane.
Durchschnitt einer normalen Urethra
a Fossa navicularis, b Pars cavernosa, c Bulbus, d Pars membranacea, e spindelförmige Erweiterung der Urethra.

Die Blennorrhöe der Sexualorgane

und ihre Complicationen.

Nach dem neuesten wissenschaftlichen Standpunkte und zahlreichen eigenen Studien und Untersuchungen.

Dargestellt von Ernest Finger,

Docent an der Universität in Wien.

2. wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage.

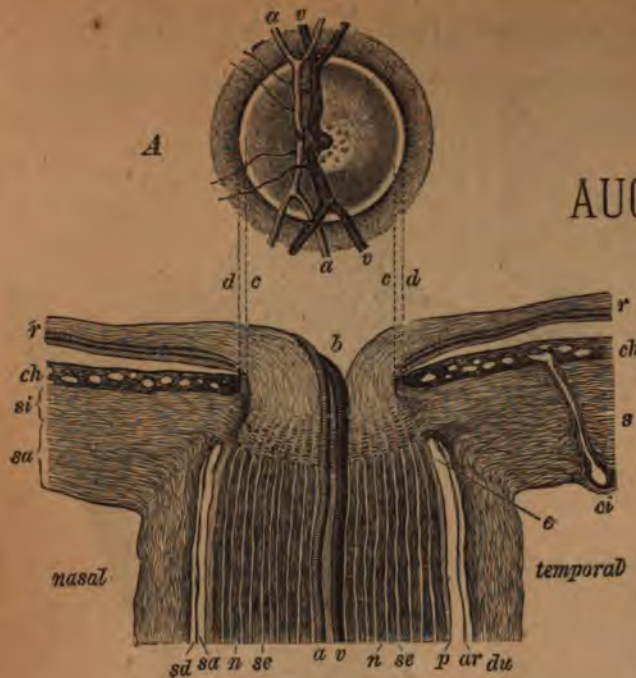
Mit 36 Holzschnitten im Text und 5 lithogr. Tafeln.

1891. Preis 9 M. Geb. M. 10.60.

Verfasser ist es gelungen in klarer präciser Darstellung ein Bild von dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse der Blennorrhöe der Sexualorgane zu geben. In der Darstellung ist eine Fülle casuistischen Materiales, darunter nicht wenige eigene Erfahrungen des Verfassers eingeflochten. Das auch äußerlich splendid ausgestattete Werk ist daher der Beachtung und dem Studium der Collegen dringend zu empfehlen.

Wiener Med. Presse.

Leipzig und Wien.



Glaukomatöse Excavation des Sehnerven.

Lehrbuch der AUGENHEILKUNDE.

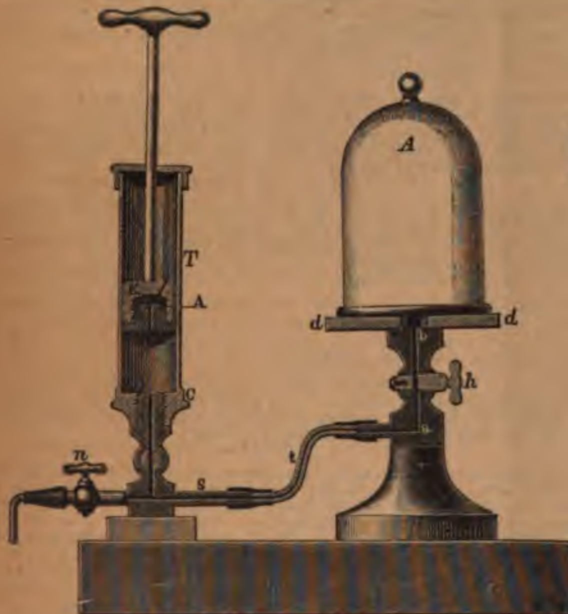
Von

Dr. Ernst Fuchs,
o. ö. Professor der Augenheilkunde an der Universität in Wien.

2. vermehrte Auflage. Mit 178 Holzschnitten.

1891.

Preis 16 M. Gebunden 18 M.



Luftpumpe.

Compendium der PHYSIK.

Für Studirende

von

Dr. L. Graetz,
Docent an der Universität München.

Mit 231 Abbildungen.

1887.

Preis 7 M., geb. M. 8.60.

Die Krankheiten des Kehlkopfes

mit Einschluss der Laryngoskopie und der local-therapeutischen Technik für praktische Aerzte und Studirende.

Von Dr. J. Gottstein,
Prof. an der Universität Breslau.

Mit 39 Abbildungen. Dritte, verbesserte und sehr vermehrte Aufl. 1890. — Preis 8 M., geb. M. 9.80.



Papillom im Larynx.



Der von hinten aufgeschnittene Larynx. *a a* subchordale Wülste.

Urtheile über die erste Auflage.

Das Gottstein'sche Lehrbuch dürfte sich in den Kreisen der praktischen Aerzte und Studirenden, für welche es der Autor zunächst bestimmt hat, gar bald allgemeiner Beliebtheit erfreuen, denn es gewährt in knapper und klarer, leicht fasslicher Form eine ausserordentlich gute Uebersicht über die gegenwärtig auf dem Gebiete der Kehlkopfkrankheiten herrschenden Anschauungen; es geht aus jeder Seite des Buches auf's Deutlichste hervor, wie vollkommen der seit den ersten Anfängen der modernen Laryngologie in dieser Disciplin als Lehrer und Praktiker wirkende Verfasser den Stoff in streng wissenschaftlicher wie praktischer Beziehung beherrscht, und es kann daher nicht Wunder nehmen, dass es ihm gelungen ist, die einzelnen Capitel in einer der pathologischen Dignität der resp. Krankheitsformen jedesmal entsprechenden Ausführlichkeit zu bearbeiten.

Eng. Fränkel, Hamburg „Centralblatt für klinische Medicin".)

Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Praktiker und der Studirende trotz der ziemlich grossen Anzahl guter Lehr- und Handbücher, sowie Monographien über die Kehlkopfkrankheiten bisher den Mangel eines Buches häufig genug empfunden hat, welches in knapper, leicht fasslicher und doch erschöpfender Darstellung das unbedingt Wissenswerthe aus diesem Gebiete enthält. Diese Lücke will der Verfasser durch sein Buch ausfüllen, und er hat seinen Zweck — das soll schon hier anerkennend bemerkt werden — sowohl was die Form, als was den Inhalt angeht, erreicht. *(H. Krause, „Berliner klinische Wochenschrift".)*

Wenn auch an Lehrbüchern über diesen Gegenstand kein Mangel ist, so muss doch das vorliegende Werk als ein ganz vorzügliches und glänzendes bezeichnet werden. Der geehrte Herr Verfasser hat darin nicht nur seine eigenen reichen Erfahrungen niedergelegt, sondern auch die neuesten Leistungen auf dem Gebiete der Laryngopathologie mit seltener Literaturkenntnis und Gewissenhaftigkeit registrirt.

(Schech-München, „Breslauer ärztliche Zeitschrift".)

Das vorliegende Werk erfüllt den in seinem Titel angezeigten Zweck, ein Lehrbuch für praktische Aerzte und Studirende zu sein, in vorzüglichster Weise. *(Thornwaldt-Danzig, „Centralblatt für Chirurgie".)*

Urtheile über die zweite Auflage.

— — — Alles in Allem hat das schon in der ersten Auflage als ein vorzügliches Lehrbuch anerkannte Werk Gottstein's in der zweiten Auflage an Werth bedeutend zugenommen. Die grosse Beliebtheit, deren es sich bisher nicht allein bei den Studirenden und praktischen Aerzten, sondern auch bei den Specialisten erfreut hat und die es jetzt in erhöhtem Maasse verdient, ist ihm ohne besondere Empfehlung gesichert. — — —

(Breslauer ärztliche Zeitschrift.)

Die günstige Prognose, die dem Buche Gottstein's bei seinem ersten Erscheinen von der gesammten Kritik gestellt wurde, hat sich in vollem Maasse bewahrheitet; denn dem Werke ist die Ehre einer Uebersetzung in's Englische, Französische und Russische zu Theil geworden, und es hat bei Aerzten und Studirenden solchen Anklang gefunden, dass bereits nach wenigen Jahren eine neue Auflage nöthig erschien. Ein Werk, welches sich so bewährt hat, bedarf keiner weiteren Empfehlung mehr; es muss seinen Weg machen, wenn es nur die Fortschritte der Wissenschaft, die in der Zwischenzeit erfolgt sind, berücksichtigt. Dass es dem Verfasser aber nicht bloss darum zu thun war, diesen Erfordernissen Rechnung zu tragen, sondern dass er darüber hinaus bestrebt war, etwas möglichst Vollkommenes zu geben und auch die Berührungspunkte seines Specialgebietes mit dem Gesammtgebiet der Medicin in einiger Ausführlichkeit in den Kreis seiner Darlegungen zu ziehen, beweisen die zahlreichen Veränderungen, die das Buch theils in Folge der durch die Kritik gegebenen Anregungen, theils aus eigenster Initiative des Verfassers erfahren hat. — — — *(Deutsche medicinische Wochenschrift.)*

Die chirurgischen Krankheiten
der Harn- und männlichen Geschlechtsorgane.

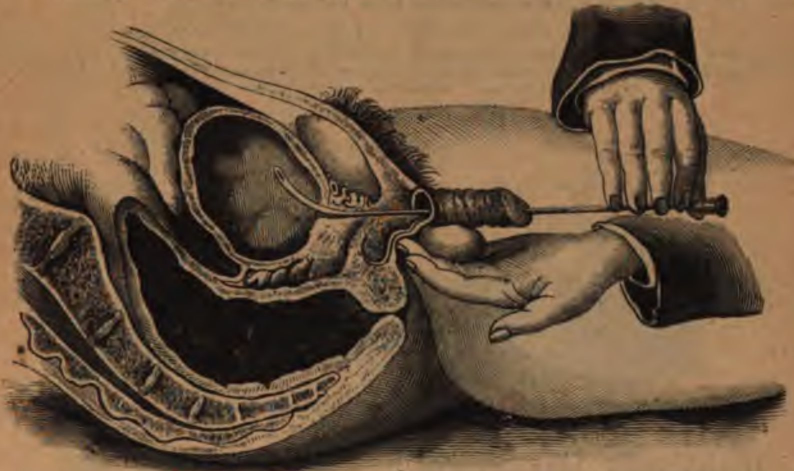
Von **Dr. Paul Güterbock,**
Medicinalrath und Privatdocent in Berlin.

Band I. Krankheiten der Harnorgane.

Theil 1. Krankheiten der Harnröhre und Prostata. Mit 101 Holzschnitten. 1890. 8 M.
" 2. Krankheiten der Harnblase. Mit 70 Holzschnitten. 1890. 8 M.
" 3. Steine und Fremdkörper der unteren Harnwege. Chirurgie der Harnleiter und der Nieren.
Anhang: Harnabscess, Harninfiltration und Harnfistel (in Vorbereitung).

Band II. Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane.

Theil 1. Krankheiten des männlichen Gliedes (in Vorbereitung).
" 2. Krankheiten der Hoden, Hodenhüllen und Samenwege.
Anhang: Functionelle Störungen der männlichen Geschlechtsorgane (in Vorbereitung).



Der vorliegende Band, welcher die Krankheiten der Harnröhre und Prostata abhandelt, soll den Anfang einer vollständigen Darstellung der chirurgischen Krankheiten der Harn- und männlichen Geschlechtsorgane in deutscher Sprache bilden. Da in unserer Literatur bisher ein zusammenfassendes Werk dieser Art fehlte, so können wir es nur freudig begrüssen, dass diese Lücke jetzt ausgefüllt werden soll. Dass der Verfasser der geeignete Mann ist, diesen Plan in bester Weise zu verwirklichen, beweisen nicht nur seine zahlreichen früheren Arbeiten auf diesem Gebiete, sondern ganz besonders auch der eben erschienene erste Theil des 1. Bandes des Werkes etc. etc.

(Centralblatt f. Ch.)

Verfasser, welcher die dankenswerthe Absicht hat, die chirurgischen Krankheiten der Harn- und männlichen Geschlechtsorgane eingehend darzustellen, behandelt im ersten Theil seines Werkes die Krankheiten der Harnröhre und der Prostata. Wir glauben dem Werke am ehesten gerecht zu werden, wenn wir eine genaue Analyse desselben folgen lassen. — — — — (5 Seiten langer Auszug aus dem Buche.) — — — — Diese Analyse des Güterbock'schen Buches zeigt, wie wir glauben, am deutlichsten den grossen Fleiss und die vollständige Beherrschung des Stoffes, der in übersichtlicher Anordnung und erschöpfender Fülle das gestellte Thema klar und systematisch, dabei knapp und anregend erledigt.

Centralblatt für die Physiologie und Pathologie der Harn- und Sexual-Organe.

Das Erscheinen des Werkes des Verfassers, „Des ersten Versuches einer vollständigen Darstellung der chirurgischen Krankheiten der Harn- und männlichen Geschlechtsorgane in deutscher Sprache", ist mit grosser Freude zu begrüssen, da ein solches Buch bisher nicht vorhanden war, sondern nur Sonderbeschreibungen einzelner hierhergehöriger Capitel oder Uebersetzungen ausländischer Arbeiten existiren. Es füllt daher das Buch eine Lücke in der Fachliteratur aus, die sich um so fühlbarer machte, als leider auf den meisten deutschen Hochschulen die in Rede stehende Specialwissenschaft sich keiner sehr grossen Beachtung zu erfreuen hat, und daher ein nicht kleiner Theil von Aerzten vor dem Eintritt in die Praxis auf diesem so überaus wichtigen Gebiete nicht die Kenntnisse zu sammeln Gelegenheit hat, welche bei der Häufigkeit gerade dieser Erkrankungen wünschenswerth erscheinen dürfte. — — — — Sollte diese kurze Aufzählung des Stoffes, dessen Hauptpunkte hier nur angedeutet werden konnten, vielleicht ein Bild von dessen Reichhaltigkeit und sachgemässer Behandlung desselben zu liefern im Stande sein, so hält Referent ihren Zweck, sorgfältiges Studium des in jeder Beziehung anziehenden Werkes für erfüllt.

Die Abbildungen sind klar gezeichnet, die gesammte Ausstattung des Buches ist glanzvoll.

Therapeutische Monatshefte.

Die deutsche Literatur hatte bisher kein zusammenfassendes Werk der chirurgischen Krankheiten des Urogenitalapparates beim Manne aufzuweisen. Deshalb hat sich der Autor die Aufgabe gestellt, diese oft empfundene Lücke auszufüllen. Diese Aufgabe hat er — wenigstens in dem uns vorliegenden I. Theile: die Krankheiten der Harnröhre und der Prostata — in glücklichster Weise gelöst. Das Buch ist für praktische Aerzte bestimmt, und deshalb ist der Stoff kurz und übersichtlich angeordnet, kann aber doch auf Ausführlichkeit und Vollständigkeit guten Anspruch erheben. — — — — Es wird deshalb das Buch von allen Aerzten mit grossem Interesse und noch grösserem Vortheil gelesen werden können, da auf diesem noch etwas wenig cultivierten Gebiet sehr viel Nutzen den Patienten gestiftet werden wird.

Deutsche med. Wochenschrift.

Glaser, Dr. G. **Zurechnungsfähigkeit, Willensfreiheit, Gewissen und Strafe.** Theoretisches und Praktisches. Zweiter, unveränderter Abdruck. 1888. — Preis M. 2.50.

Gottstein, Doc. Dr. J., **Die im Zusammenhange mit den organischen Erkrankungen des Centralnervensystems stehenden Kehlkopfaffectionen.** Separatabdruck aus dem Lehrbuch der Kehlkopfkrankheiten. 1888. — Preis 1 M.

Grünfeld, J., **Zur Geschichte der Endoscopie u. der endoscopischen Apparate.** 1880. 1 M.

Die Erste Hilfeleistung bei Unglücksfällen

und plötzlichen Erkrankungen,

nebst Vorsichtsmassregeln zur möglichsten Hintanhaltung solcher Zufälle für

Feuerwehren und Feuerwehrärzte

zum Gebrauche beim Unterrichte.

Von Med. Univ. Dr. Josef Horner.

Obercommandant und Corpsarzt der freiw. Feuerwehr in Zwickau in Böhmen, Obmannstellvertreter des Zwickauer Feuerwehrgauverbandes, Primararzt des allgemeinen öffentlichen Krankenhauses zu Sct. Georg, Stadtarzt, Bahn-, Bezirkskrankencassen-, Fabriks- und Hüttenarzt etc. etc.

Mit 97 Holzschnitten.

1890. — Preis 2 Mk., geb. Mk. 2.50.



Die gesunde Extremität als Stütze für die gebrochene.

Die praktische Geburtshilfe

für Aerzte und Studirende,

bearbeitet von ***Dr. Josef Horner,***

Primararzt des allgem. öffentl. Krankenhauses „zu St. Georg", Stadtarzt, Fabriks- und Hüttenarzt etc. in Zwickau.

Mit 90 Abbildungen. 1887. Preis 6 Mk., Geb. Mk. 7.50.



Extraction am Steisse

Vorwort: Die Geburtshilfe ist für den Praktiker mit grosser Selbstverleugnung und Anstrengung, mit bedeutenden Mühseligkeiten und Verantwortungen verbunden.

Der praktische Landarzt, der auf dem ganzen medicinisch-chirurgischen Gebiete überall tüchtig dastehen soll, der oftmals nacheinander Interner, Ophthalmolog, pathologischer Anatom, Chirurg, Otiatriker, Gynäkolog, Gerichtsarzt etc. sein muss, ist zu all' den übrigen Uebeln auch noch von der Wohlthat der Hauptstadt insofern ausgeschlossen, als er in der Noth nicht nur keinen Specialisten, oftmals nicht einmal einen Collegen herbeirufen kann, um sich mit ihm vor dem entscheidenden Eingriffe zu besprechen, zu berathen. Andererseits fehlt es dem halbwegs beschäftigten Praktiker an Zeit, sich erst aus grossen Werken, aus dem Wust der Theorien, die wenigen Goldkörner der Praxis zusammenzulesen, während gerade in der Geburtshilfe die Zeit drängt, und das Leben zweier Individuen, der Mutter und des Kindes, wie sonst kaum in einem Fache, der Kenntniss eines Einzigen überantwortet sind.

Dem angehenden, sowie dem bereits thätigen Praktiker ein kurzgefasstes Buch in die Hand zu geben, welches, aus der Praxis entnommen und in der Praxis geschrieben, ohne weitschweifige Theorie auf alles das Rücksicht nehmen soll, was der Geburtshelfer am Bette der Kreissenden wissen muss, um seinem nicht einträglichen, aber höchst verantwortungsvollen erhabenen Berufe thätig nachkommen zu können — das war bei der Abfassung des Werkes meine Absicht, und darin liegt auch die Entschuldigung, weshalb ich von der in geburtshilflichen Werken gebräuchlichen Eintheilung abging.

Habe ich mich meinen Collegen nützlich erwiesen, so habe ich meinen Zwe k vollkommen erreicht und fühle mich reichlich entschädigt.

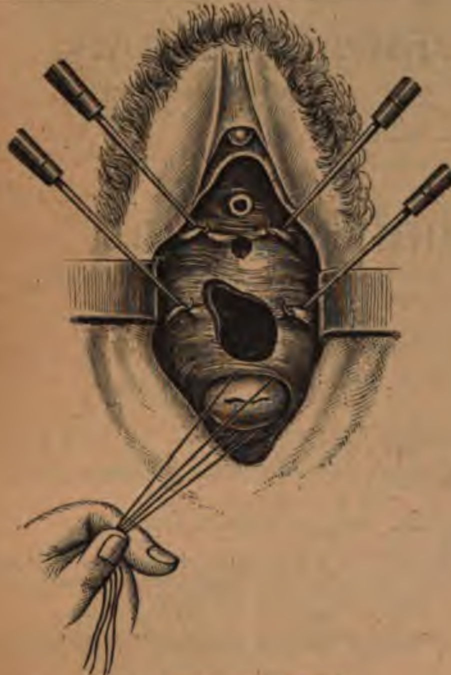
Leipzig und Wien.

HACKER, DR. VICTOR R. v., **Anleitung zur antiseptischen Wundbehandlung** nach der an Professor Billroth's Klinik gebräuchlichen Methode für Studirende und Aerzte bearbeitet. 3. umgearbeitete Auflage. 1890. — Preis M. 1.50.

HACKER, DR. VICTOR R. v., **Die Magenoperationen an Prof. Billroth's Klinik.** 1880 bis März 1885. 1886. — Preis 2 M.

Die Lectüre der kleinen Schrift bietet nicht nur für den Operateur Lehrreiches in Fülle, sondern verdient auch das eingehendste Interesse aller Aerzte, abgesehen von dem Nutzen, den ihr Inhalt in statistischer Beziehung für die richtige Beurtheilung des praktischen Werthes der in Rede stehenden Operationen bietet. *(Allgemeine medicinische Centralzeitung.)*

VAN HAREN-NOMAN, **Mittheilungen aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und venerische Geschlechtskrankheiten zu Amsterdam.** Bericht über die Jahre 1886—1887. 1889. Preis M. 3.25.



Freilegung der Fistel.

Grundriss
der
gynäkologischen Operationen.

Von
M. Hofmeier,
Dr med., ordentl. Professor der Geburtshilfeund Gynäkologie an der Universität Giessen.

Mit 134 Holzschnitten.

1888. — Preis 9 Mk. Geb. Mk. 10.60.

Das Buch ist durch die lebendige Klarheit der gefälligen Sprache und der ungezwungen geordneten Darstellung, welche Hofmeier's Publicationen überhaupt eigen ist, auch formell ausgezeichnet. *Wr. Med. Presse.*

In dem vorliegenden Werk Hofmeier's, Grundriss der gynäkologischen Operationen, stellt Verf. die Methoden dar, nach denen Schroeder im Laufe der Jahre operirt hat, und welche die Schüler Schroeder's weiter benutzen. Hofmeier selbst hat an der Ausbildung der meisten derselben einen grossen Antheil gehabt, und die Darstellung in dem vorliegenden Buche, mit der er dieselben der Oeffentlichkeit übergibt, wird Viele lebhaft an das erinnern, was in der Berliner Klinik gelehrt und gezeigt wurde. Hofmeier erweist sich hier in hervorragendem Maasse geeignet, den jüngeren Medicinern die Methoden Schroeder's vor Augen zu führen und zur Nachahmung aufzufordern. Um so bereitwilliger wird man diese Gabe des Verf. entgegennehmen, als Schroeder seine operative Technik zwar in einzelnen Aufsätzen den Fachgenossen vorführte, aber diese zerstreuten Mittheilungen in seinem Lehrbuche, entsprechend dem Zwecke desselben, nur kurz wiedergab, und wenn Hofmeier in der Einleitung das Erscheinen eines zweiten Buches über gynäkologische Operationen entschuldigt, so wird hoffentlich der Erfolg ihn belehren, dass seine Arbeit berechtigt war.

Am meisten wird der allgemeine Theil dadurch gefallen, dass derselbe von der modernen Antisepsis vollständig durchweht ist. Das gynäkologische Instrumentarium ist hiermit ebenso in Verbindung gebracht, wie die vorbereitenden Eingriffe, welche mehrfach nöthig sind, wie endlich die gynäkologischen Verbände. *Berl. Klin. Wochenschrift.*

Das Lehrbuch Hofmeier's zeichnet sich durch übersichtliche, klare, anschauliche Darstellung im hohen Maasse aus. In jeden Capitel sieht man das Bestreben des Verfassers, möglichst bestimmte, durch eigene Erfahrungen erprobte Vorschriften zu geben und den Leser nicht durch Aufzählung der verschiedensten Ansichten der einzelnen Autoren zu verwirren und zu ermüden. Aus dem Werk wird nicht nur der Student und der praktische Arzt viel lernen, es wird auch dem Gynaekologen von Fach eine willkommene Gabe sein. Hofmeier's vorzügliches Lehrbuch wird voraussichtlich viele Auflagen erleben. *Deutsche Med. Monatschr.*

HAREN NOMAN, VAN DR. D., **Casuistique et diagnostic photographique des Maladies de la Peau** 1. und 2. Lieferung. 1889—90. — Preis à 8 M. Dieses Werk wird in 10 Lieferungen à 6 Tafeln erscheinen.

HENNING, CARL. **Systematisch-topographischer Atlas der Anatomie des Menschen.** Mit Rücksicht auf angewandte und mikroskopische Anatomie in Autotypographien. I. Lieferung: Knochensystem. 1886. — Preis M. 2.50.

Die folgenden Lieferungen werden enthalten: II. Die Knochen in ihrer Entwickelung, Bänder-Gelenksystem. — III. Muskelsystem. — IV. Eingeweide, Sinneswerkzeuge. — V. Gefässsystem. — VI. Nervensystem.

HERZFELD, K. A., **Über die Behandlung des nachfolgenden Kopfes** mit besonderer Berücksichtigung des Mauriceau'schen Handgriffes. 1890. Preis Mk. 1.50.

HIRSCHFELD, J., **Diätetik für Nervenkranke.** Zweite Auflage. 1880. Preis 1 Mk.

Ophthalmoskopischer Hand-Atlas

von **Eduard von Jaeger.** Neu bearbeitet und vergrössert von Dr. **Maximilian Salzmann,**
Assistent der II. Univ.-Augenklinik in Wien.

31 lithogr. Tafeln mit 136 Abbildungen und 88 Seiten Text. Preis 30 M.

.........ich habe mir erlaubt den Leser auf drei Bilderwerke zu verweisen: vor Allem auf den Jaeger'schen Hand-Atlas, der von keinem andern annähernd erreicht, viel weniger übertroffen wurde.........

Doc. Dr. Dimmer, Vorrede zu „Der Augenspiegel und die ophthalmoskop. Diagnostik.“

OPHTHALMOSCOPICAL ATLAS.

Edward von Jaeger. Revised and Enlarged by Dr. **Maximilian Salzmann,**
Assistent in the University of Vienna.

English Translation by **W. A. Martin,** Cin. O. U. S.

31 plates with 136 color. fig. and an explanat. text. — Preis 30 M.

Atlas d'Ophthalmoscopie

d'**Eduard von Jaeger,** remanié et augmenté par le Docteur **Maximilian Salzmann,**
assistant à la II. clinique ophthalmologique de l'Université de Vienne.

Traduction française du Docteur **Edgard Berard,**
ancien chef de clinique de l'Université et interne des hospices civils de Liège.

31 tables avec 136 fig. color. et un texte explicatif. — Preis 30 M.

KAATZ, DR. M., **Englisch-deutsches Medicinisches Wörterbuch.** 1891. Geb. Preis 3 M.

KANZLER, DR. O., **Die Scrofulose, ihre Pathologie und allgemeine Therapie.** 1887. — Preis 3 M.

KIPPER, DR. M., **Gesundheitslehre für das Volk.** 1888. — Preis M. 1.20.

KRATSCHMER, DR. FL., k. k. Stabsarzt, Sanitätsrath und Universitäts-Docent. **Die wichtigsten Geheimmittel und Specialitäten.** Eine Sammlung der neuesten Untersuchungs-Ergebnisse über ihre Zusammensetzung. 1888. — Preis 6 M, geb. M. 7.50.

KRAYATSCH, DR. J., **Reisebericht über den Besuch einiger deutscher Irrenanstalten.** 1888. — Preis 1 M.

Die Therapie an den Wiener Kliniken.

Eine Sammlung der an denselben gebräuchlichsten Heilmethoden u. Receptformeln.

Von **Dr. E. Landesmann.**

3. verbesserte und vermehrte Auflage. — 1891. Preis 7 M., geb. 8 M.

Vorliegendes Buch hat den Zweck, die Studirenden und Aerzte über die neueren Heilmethoden an der Wiener Schule zu unterrichten, um sie bezüglich der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Therapie auf dem Laufenden zu halten. Die therapeutischen Angaben umfassen alle Gebiete der medicinischen Wissenschaft und bilden gewissermassen das Resultat der klinischen Erfahrungen der die einzelnen Specialfacher an der Wiener Universität vertretenden Professoren, welche zum grössten Theile auch die bezüglichen Theile des Buches vor erfolgtem Druck einer Revision unterzogen haben -- Wir können dem Werk als einem recht werthvollen, durchweg auf der Höhe der Wissenschaft stehenden therapeutischen Repetitorium ein gutes Prognosticon stellen. Es verdient in der That die weiteste Verbreitung. *Allgemeine Med. Central-Zeitung.*

Das in äusserer Form und Druck aufs Netteste ausgestattete, relativ umfangreiche Sammelwerk umfasst ein Verzeichniss der an den Wiener Kliniken meist gebrauchten Heilmethoden und Heilformeln Hiermit erfahren wir, auch wenn wir ferne von der Pflegestätte medizinischer Wissenschaft weilen, deren neueste Errungenschaften, wir lernen sie in einer Form kennen, die uns gestattet, jene in unserem eigenen bescheidenen Wirkungskreise sofort auszunützen. Und was uns von therapeutischen Mitteln schon lange bekannt, das sehen wir in passendster Gestalt verschrieben, ein Muster, das wir gerne nachahmen. Dass das zweifache alphabetische Verzeichniss sowohl der Medicamente als der einzelnen Erkrankungen dem Werke noch den besonderen Werth der Uebersicht, eines umso angenehmeren Nachschlagbuches verleiht, wollen wir nicht verschwiegen lassen. *„Wiener klinische Wochenschrift.“*

Leipzig und Wien.

Lehrbuch der
praktischen Zahnheilkunde

für

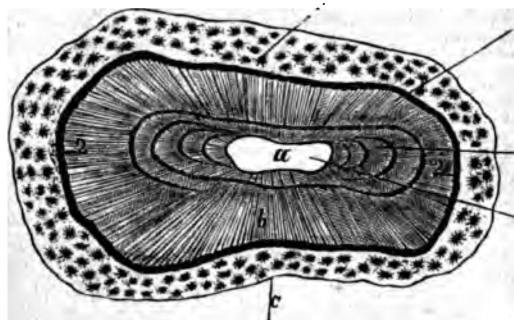
Aerzte und Studierende

von Dr. Ernst Jessen,

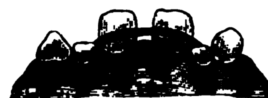
Privat-Docent für Zahnheilkunde an der Universität Strassburg.

Mit 134 Holzschnitten.

1890. — Preis 4 M. Geb. M. 5.50.



Querschliff durch eine Zahnwurzel: *a*) Pulpahöhle, *b*) Zahnbein, *c*) Cement etc.



Zusammenziehung weit auseinander stehender mittlerer Schneidezähne mittelst eines Gummiringes.

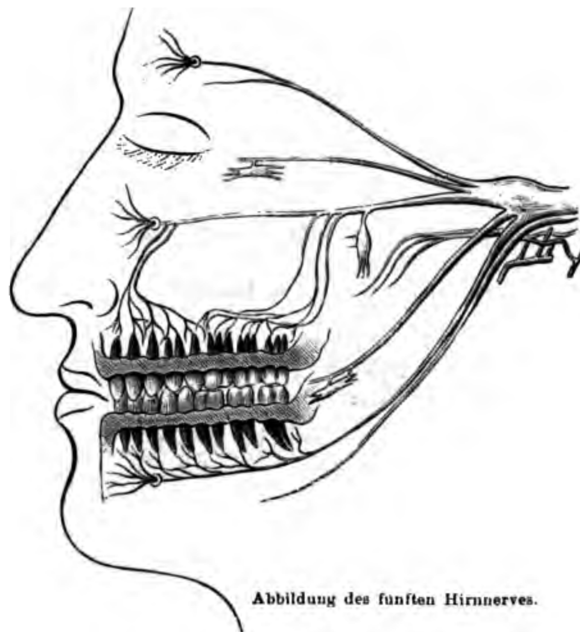


Abbildung des fünften Hirnnerves.

Aus dem Vorwort des Verfassers: Die meisten Lehrbücher tragen nach meiner Ansicht dem Bedürfniss des Arztes zu wenig Rechnung. Sie sind für den Studierenden der Zahnheilkunde geschrieben und zu umfangreich für den Mediciner, welcher einen kurzen, klaren Ueberblick über diese Specialwissenschaft wünscht.

Vorliegendes Buch will nun bestrebt sein, sich vornehmlich dem Dienste des Arztes zu widmen. Es will ein Handbuch sein für den praktischen Arzt, welcher auch Zahnkrankheiten zu behandeln beabsichtigt, welcher darauf bedacht ist, die einzelnen Leiden der Zähne richtig zu erkennen, eine sichere Specialdiagnose zu stellen, und danach seine Behandlung einzurichten oder doch seinen Patienten einen zuverlässigen Rath zu ertheilen. Es will ein Leitfaden sein für den Studierenden, welcher seinem Gedächtniss einprägen will, was er in der Zahnklinik gehört und gesehen hat.

Deshalb werden die für den Arzt wichtigen Capitel ausführlicher behandelt als solche, die von speciell zahnärztlichem Interesse sind. Auf Vollständigkeit und wissenschaftliche Originalität wird daher durchaus kein Anspruch erhoben, sondern nur in knapper, klarer und übersichtlicher Form gegeben, was schon bekannt ist, lediglich zum Frommen der Praxis.

Wenn auch die Zahnheilkunde in ihrer gegenwärtigen Ausbildung vollkommen darauf Anspruch machen kann, als Specialwissenschaft zu gelten, so ist die Kenntniss der wichtigsten Vorkommnisse auf diesem Gebiete dennoch für jeden praktischen Arzt unbedingt nothwendig, wenn derselbe nicht jeden Moment in Verlegenheit gerathen will. Da aber die Zahnheilkunde in ihrer weitesten Anwendung sehr viele technische Schwierigkeiten bedingt, so ist es klar, dass ein Handbuch nicht den Zweck verfolgen kann, allein für sich, tüchtige Zahnärzte heranzubilden, sondern hiezu unbedingt ein praktischer Curs nothwendig ist. Indem nun immerhin das Interesse für die Zahnheilkunde unter den praktischen Aerzten ein ziemlich reges ist, so wird denselben das gegenwärtige kurze Lehrbuch, das in gedrängter Form Anatomie, Physiologie, Krankheiten und Operationsmethoden an den Zähnen erörtert, sehr willkommen sein. Das letzte Capitel befasst sich mit den Prothesen, wobei die technischen Hilfsmittel kurz und allgemeinverständlich herangezogen werden. Als Anhang sind noch die die Krankheiten der Zähne oft complicirenden Erkrankungen der Mundhöhle erörtert.

Internat. Klin. Rundschau.

Medicinischer Verlag von Franz Deuticke.

Anatomie der äusseren Formen des menschlichen Körpers.

Von **Prof. Dr. C. Langer** in Wien.

Mit 120 Holzschnitten. — 1884. — Preis 9 M., Geb. M. 10.60.



Skizze von verschiedener Körperhaltung aus Leonardo da Vinci's Tractat.



Skizze von verschiedener Körperhaltung aus Leonardo da Vinci's Tractat.

Sowohl den Mediciner als den Künstler interessirt die äussere Gestaltung des Körpers, wenn auch aus verschiedenen Gründen. Beiden Leserkreisen zugleich nützlich zu werden, ist schwer und wohl nur einer so vielerfahrenen anatomischen Feder, wie sie der Verfasser führt, möglich. Ausblicke auf antike Kunstwerke, die häufig eingewebt sind, sowie manche eingestreute Dichterworte verleihen dem Ganzen eine lebensvolle Abwechslung; betont wird, dass es dem Künstler gestattet sei, von manchem Detail abzusehen, wie denn an den hervorragendsten Statuen etc. bekanntlich anatomische Unrichtigkeiten — z. B. zu grosse Länge der Beine, um den Eindruck des Erhabenen hervorzubringen, beim Apoll von Belvedere — häufig sind. Ob solche Unrichtigkeiten unumgänglich, ob sie schön sind, darüber wird sich noch heute streiten lassen und vielleicht sind die zahlreichen Beobachter zu beneiden, welche dergleichen überhaupt nicht zu sehen vermögen. — Der Verfasser übrigens hält strenge die Gesetze inne, welche der Anatom dem ausübenden Künstler gegenüber niemals überschreiten sollte.

(Prof. Krause, Göttingen, „Internat. Monatsschr. für Anatomie und Histologie".)

Es freut uns aufrichtig, dass dieses vortreffliche Buch, welches eine Brücke zwischen exacter Wissenschaft und bildender Kunst abgibt, in der Wiener Universität seine Heimat und in dem Hofrathe und Professor Dr. Langer seinen Verfasser hat. Wir haben es mit der grössten Aufmerksamkeit und mit stets steigendem Interesse gelesen und können es nicht warm genug empfehlen. Es ist jedem Gebildeten vollkommen verständlich geschrieben, durch gute, meist den besten älteren anatomischen Figuren nachgebildete Holzschnitte ausreichend illustrirt und überrascht durch ein bei einem Professor der Anatomie nicht gewöhnliches Verständniss für die Anforderungen des Laien, wie durch den seltenen Scharfblick des Autors für künstlerische Schöpfungen. Der Verfasser erläutert jeden Augenblick eine wissenschaftliche These durch den Hinweis auf ein Kunstwerk und stellt durch diesen Vorgang die wissenschaftliche Erkenntniss gleich dicht neben das Product der schaffenden Phantasie. Wie drastisch seine Vortragsweise dadurch wirkt, und welche lebendige Vorstellung sie sofort in uns erweckt, davon überzeuge sich der Leser selbst.

(A. v. Wurzbach, „Wiener Allgemeine Zeitung".)

Lechner, Director, Dr. C. **Zur Pathogenese der Gehirnblutungen der luëtischen Frühformen.** 1881. — Preis 2 M.

Lepine, Prof. R. **Die acute lobäre Pneumonie.** Deutsch von **Doc. Dr. K. Bettelheim.** Mit 2 Holzschnitten. 1883. — Preis 5 M.

Die erste Hilfe bei plötzlichen Unglücksfällen

für Samariter dargestellt.

Von **Prof. Dr. R. v. Mosetig-Moorhof.**



2. gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 35 Abbildungen.

1891. — Preis M. 1.80. Geb. M. 2.30.

Digitalcompression der Achselhöhlenschlagader.

Schon der Name des Autors ist eine genügende Garantie für den gediegenen Gehalt des Büchleins. Wir können uns mit voller Beruhigung jeder noch so bescheidenen Lobeserhebung begeben und auf den Inhalt selbst hinweisen. In 12 Capiteln bespricht der Autor alle die im Alltagsleben möglicherweise vorkommenden plötzlichen Unglücksfälle und die entsprechend nothwendige erste Hilfeleistung in der ihm geläufigen bündigen, klaren, präcisen Darstellungsweise — kurz der Rath — schnell die Hilfe. Die 35 im Texte befindlichen Abbildungen, die äusserst gelungen sind, erhöhen nur die Klarheit der Darstellung und ermöglichen die Ausführung von jedem Laien, der Samariter sein will.

Medicin. Chir. Rundschau.

Loebel, Dr. A., **Die Curdiätetik im Eisenbade.** 1890. — Preis 1 M.

Mansfeld, Dr. M. **Die Organisation der Nahrungsmittel-Controle** auf Grund eigener in Deutschland gemachter Erfahrungen. 1887. — Preis 80 Pf.

Meynert, Prof. Dr. Th. **Die acuten (hallucinatorischen) Formen des Wahnsinns und ihr Verlauf.** 1881. — Preis 50 Pf.

— — **Neue Untersuchungen über Grosshirnganglien und Gehirnstamm.** 1881. Preis 50 Pf.

— — **Die anthropologische Bedeutung der frontalen Gehirnentwicklung** nebst Untersuchungen über den Windungstypus des Hinterhauptlappens der Säugethiere und pathologischen Wägungsresultaten der menschlichen Hirnlappen. 1887. — Preis 2 M.

Handbuch der chirurgischen Technik bei Operationen und Verbänden.

Von

Dr. Albert R. v. Mosetig-Moorhof

a. o Professor an der Wiener Universität, Primar-Chirurg im k. k Krankenhause Wieden

I. Band:

Allgemeine Chirurgie.

Elementar- und System-Operationen.

3. vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 92 Abbildungen

1890. Preis 9 M., geb. M. 10.60.

II. Band:

Specielle Chirurgie.

Blutige und unblutige regionäre Eingriffe.

3. vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 144 Abbildungen.

1890. Preis 15 M., geb. 17 M.



Verwendung des dreieckigen Tuches nach Esmarch

Das Werk stellt sich die Aufgabe, dem Leser ein kurzes, aber möglichst vollständiges Bild des heutigen Standpunktes der chirurgischen Therapie zu entwerfen. Eine ganz besondere Berücksichtigung erfährt die Schilderung der praktisch technischen Vorgänge bei Operationen und Verbänden, daher der Titel: „Handbuch der chirurgischen Technik." Zahlreiche vorzügliche Abbildungen tragen zur Veranschaulichung des Textes bei. Auf die Darlegung der Anzeigen, Gegenanzeigen, eventuellen üblen Ereignisse etc. ist besondere Rücksicht genommen, gleichwie auch Reflexionen über den Werth und die Begründungen für die einzelnen therapeutischen Methoden nicht vergessen wurden. Die Eintheilung des Gegenstandes ist nach folgendem Programm entworfen:

I. Allgemeiner Theil: Elementar- und System-Operationen.

I. Abschnitt: Narcose und Localanästhesie.
II. Abschnitt: Wundbehandlung.
III Abschnitt: Elementar-Operationen.
IV. Abschnitt: System-Operationen.
V. Abschnitt: Allgemeine Verbandlehre.
Anhang: Locale Regelung der Temperatur.

II. Specieller Theil: Blutige und unblutige regionäre Eingriffe.

I. Abschnitt: Operationen am Kopfe.
II. Abschnitt: Operationen am Halse.
III. Abschnitt: Operationen am Stamme.
IV. Abschnitt: Operationen an den Gliedmassen.
I. Abth Operationen an den ober. Extremitäten
II. Abth. Operationen an den unter. Extremitäten

Die Thatsache, dass noch vor beendeter Drucklegung der ersten Auflage dieses Werkes eine zweite nothwendig geworden ist, dass diese beiden Auflagen sich in einem Zeitraume von 3 Monaten folgten, spricht mehr wie alles andere für die Güte und Zweckmässigkeit des Handbuches. Die Aufgabe, welche sich der Autor gestellt hat, nämlich die einzelnen Handgriffe und Operationen so zu schildern, wie sie am Operationstische sich abzuspielen pflegen und damit die bei dem jüngeren Arzte und dem Studirenden sich fühlbar machende Kluft zwischen theoretischem Wissen und praktischem Können zum Theil zu überbrücken, diese Aufgabe ist vollauf erfüllt. Dabei steht die Beschreibung niemals auf dem Niveau blosser Empirie, sondern überall sind die anatomischen und physiologischen Daten und sonstige Gründe angegeben, aus welchen eine bestimmte Technik hervorgegangen ist

Deutsche med. Wochenschrift.

Nevinny, Dr. Josef, **Das Cocablatt.** Eine pharmakognostische Abhandlung. Mit 4 lithographirten Tafeln und 2 Abbildungen. 1886. — Preis M. 2.50.

Nowak, Prof. Dr. J., **Die Infections-Krankheiten vom ätiologischen und hygienischen Standpunkte.** Systematische Zusammenstellung der wichtigsten Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der gegenwärtigen Infectionslehre. Mit 2 Holzschnitten und 2 lithographirten Tafeln. 1882. — Preis M. 3.60.

Es war sehr zeitgemäss, bei der fortwährenden Entwicklung der Lehre von der Infection und Desinfection ein Allen zugängliches Compendium zu schreiben, welches den heutigen Standpunkt einfach, klar, bündig — ohne trivial zu werden — vorführt. Bei dem Mangel eines selbstständigen Werkes über die Pilze ist es eine Wohlthat für Studirende und Aerzte, ein derartiges Uebersichtswerk benützen zu können. In diesem Sinne sei das kleine Buch bestens empfohlen.

„Medicinisch-Chirurgische Rundschau."

Therapeutisches Jahrbuch 1890.

Kurze therapeutische Angaben, entnommen der deutschen medicinischen Journal-Literatur des Jahres 1890.

Zusammengestellt und geordnet von **Dr. Ernst Nitzelnadel**,
prakt. Arzt in Russdorf, S.-A.
1891. Eleg. cart. Preis M. 1.50.

Anleitung beim Studium des Baues der NERVÖSEN CENTRALORGANE im gesunden und kranken Zustande.

Von **Dr. Heinrich Obersteiner**,
k. k. a. ö. Professor an der Universität zu Wien.
Mit 178 Holzschnitten. **1888. — Preis 14 M., geb. 16 M.**

Gehirnquerschnitt.

Immer ausgedehnter werden in den letzten Jahren die Erfahrungen auf dem Gebiete der Rückenmarks- und Gehirnanatomie; sie wachsen in einem Maasse, dass ihnen die physiologischen Erfolge kaum nachzufolgen im Stande sind. Jahrzehnte, Jahrhunderte vielleicht wird es währen, bis man auf diesem Gebiete in den tieferen Sinn der anatomischen Verhältnisse Einblick gewonnen hat. Um so interessanter aber in ihrer räthselhaften Bedeutung wirken Details, in welche uns die neue Forschung über den Bau der nervösen Centralorgane einzuweihen bestrebt ist.

Prof. Obersteiner hat Alles, was in dieser Beziehung bisher geleistet worden, zusammengetragen und gesichtet und hat in dieser Intention ein Lehrbuch geschaffen, welches ebensowohl durch wissenschftliche Vollendung, wie durch pädagogische Klarheit einen ausgezeichneten Rang einzunehmen bestimmt scheint. Sowohl die makroskopische Anatomie als die Histologie, die normalen Befunde ebensosehr als die pathologischen werden dem Leser in ansprechender Weise dargestellt und durch gelungene Holzschnitte erläutert. Es ist kein geringes Verdienst des Werkes, welches auf kaum vierhundert Seiten seinen Gegenstand vollständig erschöpft, dass es, wie der Verfasser selbst betont, den rein didaktischen Standpunkt festhält und auf diese Art als ein Lehrbuch im besten Sinne des Wortes aufzutreten berechtigt ist. Der Autor nennt sein Werk „Anleitung"; sicher wird es als ein solches bei dem Studium der schwierigen Disciplin fernerhin viel und mit Erfolg benützt werden.

Internationale klinische Rundschau.

Das vorliegende Buch des Herrn Obersteiner gibt denen, welche sich selbst praktisch mit der Untersuchung des Gehirns und Rückenmarks beschäftigen wollen, eine ganz vortreffliche Führerschaft. Es bringt auf 393 Seiten eine gut illustrirte klare und vollständige Darstellung vom Bau dieser Organe beim Erwachsenen. Technische Einleitungen von grosser Genauigkeit sollen die Brauchbarkeit in der Praxis erhöhen und werden das wohl auch in sicher genügender Weise thun. Wir besitzen bisher noch keine so ausführliche Zusammenstellung der technischen Methoden wie sie hier gegeben wird. — — — *Fortschritte der Medicin.*

— — — It will be seen that this work is a most valuable contribution to the study of the anatomy and pathology of the nervous system, and we cannot speak too highly of the ability and skill which Prof. Obersteiner hat brought to bear on this most difficult subject. We can confidently predict that it will be an invaluable aid to all who are working at the pathology and anatomy of the nervous system. *„Brain".*

Leipzig und Wien.

OHM, DR. G. S., **Die galvanische Kette,** mathematisch bearbeitet. Neudruck mit einem Vorwort von Dr. James Moser. 1888. — Preis 3 M.

RABL, DR. J., **Ueber Lues congenita tarda.** 1888. — Preis 3 M.

DIE MASSAGE

und ihre

Verwerthung

in den verschiedenen Disciplinen der praktischen Medicin.

Von **Dr. A. Reibmayr.**

Vierte verbesserte Auflage. — 1889.

Preis 3 M.



Halsmassage.

Die

Technik der Massage.

Von **Dr. A. Reibmayr.**

Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 233 Holzschnitten.

1890. — Preis 5 M., geb. 6 M.

Trotz der Ueberproduction an Massageschriften fehlte es bisher an einer durch Illustration erläuterten Darstellung der praktischen Handgriffe, mittelst welcher namentlich eine Unterweisung der Assistenten und Wärter erleichtert werden konnte. Selbst in den neuesten zahlreichen Arbeiten über allgemeine chirurgische Therapie ist die Massage bildlich kaum berücksichtigt. Diesem Bedürfnisse hat Verfasser in äusserst anschaulicher Weise abgeholfen, und ihm wird es wesentlich zu verdanken sein, wenn die praktische Ausübung der Massage eine grössere Verbreitung finden wird. Die Illustrationen sind überall vortrefflich.

(*Starcke-Berlin, „Centralblatt für Chirurgie“.*)

REIBMAYR, DR. ALBERT, **Die Massagebehandlung** populär dargestellt 1883. — Preis 1 M.

REIBMAYR, DR. ALBERT, **Die Activbewegungen im Anschluss an die Massage.** (Sonderabdruck aus der Technik der Massage.) Mit 67 Holzschnitten. 1884. Preis 1 M.

Die

Unterleibs-Massage

mit specieller Berücksichtigung der

Massage und Heilgymnastik in der Gynäkologie.

Von

Dr. Albert Reibmayr.

Mit 86 Holzschnitten.

1889. Preis 4 M., geb. 5 M.





Kurze Anleitung

zur

Mechano-physikalischen Behandlung

der

Fettleibigkeit.

Von

Dr. A. Reibmayr.

Mit 129 Holzschnitten.

1890. Preis Mk. 1.50.

Diagnostik und Therapie der Kehlkopfkrankheiten.

Ein Grundriss für Studirende und Aerzte

von **Dr. L. Réthi** in **Wien.**

Mit 30 Holzschnitten. 1891. Preis Mk. 2.50, gebunden Mk. 3.60.

Das gut ausgestattete Büchelchen, dem zumeist bekannten Lehrbüchern entlehnte Bilder in hinreichender Anzahl beigefügt sind, wendet sich vor Allem an Studirende. Demzufolge finden wir auch die objectiven Erscheinungen, ihre Spiegelbilder und die therapeutischen Maassnahmen unter Berücksichtigung der neueren Forschung zweckentsprechend in den Vordergrund gestellt, während Gebiete wie die Aetiologie, Prognose u. s. w. sehr in den Hintergrund treten.

Einen gewiss gern gelesenen Anhang bildet die differenzirende Diagnostik der wichtigsten Veränderungen an der Epiglottis, an der hinteren Larynxwand und an den Stimmbändern. *Schmidt's Jahrbücher.*



Repetitorium der normalen Histologie

mit einer kurzen Anleitung zu histologischen Untersuchungen.

1891. Cartonnirt Preis 1 Mk.

Repetitorium der Mineralogie für Studirende der Medicin. 1890. Cartonnirt. Preis 1 M.

Roth, Dr. W., **Die chronische Rachenentzündung.** Eine anatomisch-klinische Studie. 1883. Preis 1 Mk.

Lehrbuch der Ohrenheilkunde

für Studirende und Aerzte.

Von **Dr. F. Rohrer,**

Doc. der Ohrenheilkunde an der Univers. Zürich.

Mit 125 Holzschnitten. — 1891. Preis 6 M. geb. M. 7.50.

Leipzig und Wien.

Lehrbuch der HYGIENE.

Systematische Darstellung der Hygiene und ihrer wichtigsten Untersuchungs-Methoden.

Zum Gebrauche für

Studirende der Medicin, Physikats-Candidaten, Sanitäts-Beamte, Aerzte und Verwaltungs-Beamte,

von **Dr. Max Rubner**

o. ö. Professor der Hygiene an der Universität und Director des hygienischen Institutes zu Marburg Pr. H.

Mit über 260 Abbildungen.

4. Auflage im Erscheinen.



Reinigung von Wasser durch Filtration.

INHALTSVERZEICHNISS.

Leitfaden zum Unterricht der Wärter und Wärterinnen an öffentl. Irrenanstalten.

Von **Dr. Schaefer,**

zweiter Arzt der Provincial-Irrenanstalt in Brieg. 1889. — Preis 1 M.

Medicinischer Verlag von Franz Deuticke.

Die Krankheiten der Mundhöhle, des Rachens u. der Nase.



Einfache und polypoide Hypertrophie der hinteren Muschelenden.

Mit Einschluss der Rhinoskopie und der localtherapeutischen Technik

für

praktische Aerzte und Studirende

Von

Dr. Philipp Schech,

Docent an der Universität in München.

Mit 34 Abbildungen.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

1890. — Preis 7 M.,
geb. M. 8.60.

„Alles, was von einem guten Lehrbuche verlangt werden kann, ist in reichem Maasse geboten. So glatt, klar und einfach sich Alles liest, so weiss gerade der Specialist zu beurtheilen, wie schwierig die Bearbeitung des Stoffes in dieser Beziehung in einer verhältnissmässig noch jungen Disciplin ist, welche aber trotzdem bereits über eine ungeheure Literatur verfügt.

Je mehr Referent sich in das Werk vertiefte, um so besser gefiel es ihm. und so möchte Referent es Allen empfehlen, welche sich für obige Krankheiten interessiren, und ist überzeugt, dass sie ihm für seine Empfehlung Dank wissen werden.“ *Dr. Max Schaeffer, Deutsche medicinische Wochenschrift.*

Das so lange wenig beachtete Gebiet der Erkrankungen der Mundhöhle, des Rachens und namentlich der Nase hat im Laufe der letzten Jahre eine grosse Reihe von Bearbeitern gefunden. Die Journalliteratur hat eine Menge Artikel über dieselben gebracht und an zusammenfassenden Werken, sowohl solchen mit specialistisch genauer Weitläufigkeit wie mehr zusammenfassender Natur, hat es so wenig gefehlt, dass man sich fragen kann, ob Bedürfniss für ein weiteres dieses Thema behandelnde Buch vorhanden ist. Trotzdem glauben wir mit Sicherheit dem Schech'schen Buch eine grosse Verbreitung vorhersagen zu können. Der Verfasser hat es verstanden, mit ebenso grosser Gründlichkeit wie Knappheit der Form das ganze Gebiet der genannten Krankheiten, das er wie Wenige beherrscht, vorzuführen, und dabei mit grossem Geschick vermieden, durch specialistische Detailcontroversen diejenigen, für welche das Buch geschrieben ist — die Aerzte und Studirenden —, zu ermüden und ihnen doch andererseits den Beweis zu liefern, dass diese Krankheiten ohne einen nicht unbeträchtlichen Grad eingehender Kenntnisse und manueller Dexterität unter Zuhilfenahme eines guten Instrumentariums nicht entsprechend behandelt werden können. Aus jeder Zeile dessen, was er schreibt und was er räth, erkennt man den erfahrenen, vorurtheilsfrei beobachtenden und nach bestimmten therapeutischen Principien handelnden Forscher.

Deutsches Archiv f. klin. Medicin.

Diese schon 3 Jahre nach der ersten erscheinende Auflage (2. Aufl. 1888.) hat mit ihr die klare, fassliche Darstellung und Gründlichkeit gemein, unterscheidet sich aber durch die Aufnahme vieler neuer pathologischer und therapeutischer Erfahrungen und besonders durch die selbständigere Bearbeitung der Erkrankungen der Speicheldrüsen und der Nebenhöhlen der Nase. Die Literatur wird im Texte nur so weit es zum Verständnisse nöthig ist erwähnt; zweckmässiger Weise ist am Ende des Buches ein Literaturverzeichniss angebracht, welches jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen kann. Jedenfalls wird das Buch für praktische Aerzte und Studirende von Werth sein. *Wiener klin. Wochenschrift.*

Scheff, Dr. J., **Beiträge zur Lehre über die Beeinflussung der Verdauung und der Aussprache durch Lücken in der Zahnreihe oder durch unregelmässige Stellung der Zähne.** Preis 50 Pf.

— — **Ein Fall von ausgezeichnet schöner Odontombildung.** 1876. Preis 50 Pf.

— — **Die menschlichen Kau- und Sprachwerkzeuge vom ästhetischen und diätetischen Standpunkte.** 1878. Preis 50 Pf.

Das neue Kaiser Franz Josef-Krankenhaus

in Rudolfsheim-Wien.

Anlage und Einrichtung

beschrieben von

Dr. Franz Schopf, Director, und **Eugen Sehnal,** Architekt.

Mit 7 Abbildungen und 1 Plane. 1891. Preis 2 M.

Die Entstehung der Windungen des Grosshirns

Von **Dr. J. Schnopfhagen,**

Primararzt der ob.-österr. Landes-Irrenanstalt Niedernhart bei Linz.

Mit 18 Orig.-Abb. — 1891. Preis 5 M.

Landesübliche

Menagen und Kriegsverpflegung

der k. k. Truppen.

Darstellung und vergleichende Beurtheilung der verschiedenen landesüblichen Menagen, sowie der systemisirten Kriegsverpflegung und des Reservevorrathes der k. k. Truppen, mit Rücksicht auf die bisher bekannten Gesetze der Ernährung.

Vom k. k. Militär-Sanitäts-Comité gekrönte Preisschrift.

Von ***Dr. Hans Schöfer,*** k. k. Regimentsarzt.

Mit 2 farbigen Tabellen. — 1889. — Preis M. 3.60.

Die vorliegende überaus fleissige und ausgezeichnete Arbeit hat die Beantwortung einer im Vorjahre vom Militär-Sanitäts-Comité gestellten Preisfrage zum Inhalt.

Das Buch ist sowohl für die Heeresverwaltung, als auch für jeden Militärarzt von hohem Interesse und kann dessen aufmerksame Lectüre bestens empfohlen werden.

Schech, Dr. Philipp, Docent an der Universität in München, **Die Krankheiten der Nebenhöhlen der Nase.** 2. Auflage. (Separat-Abdruck.) 1890. 75 Pf.

Schmitz, Dr. A., **Die Privat-Irrenanstalt vom medicinal- und sanitäts-polizeilichen Standpunkte.** 1887. Preis Mk. 3.50.

Scholz, Dr. W. **Amputation und Resection bei Gelenksverletzungen.** Gekrönte Preisschrift. — Mit 7 Holzschnitten. — 1866. — Preis M. 5.20.

Kurzes Lehrbuch der

Analyse des Harns

von

Dr. C. Schotten,

Assistent am Physiologischen Institut, Docent an der Universität zu Berlin.

Mit 30 Abbildungen. — 1888. — Preis 5 M.



Dieses kleine Lehrbuch ist unter Berücksichtigung der neueren Forschungen sachgemäss bearbeitet und kann Allen empfohlen werden, welche bei gedrängter Kürze eine ziemlich erschöpfende Bearbeitung des betreffenden Gegenstandes wünschen.

„Chemiker-Zeitung."

Die Anzahl der von der Analyse des Harnes handelnden Werke ist keine geringe, und es gibt unter ihnen mehr als eines, das allen Ansprüchen, die man gerechterweise stellen kann, genugthut. Daher wird man, wenn ein neues Buch über dasselbe Thema erscheint, nicht nur nach seiner Brauchbarkeit im Allgemeinen, sondern auch nach seinen Vorzügen gegenüber den schon existirenden fragen und so eo ispo einen höheren Masstab anlegen. Schotten's Lehrbuch nun braucht ein strenges Urtheil nicht zu scheuen. Wesentlich Neues kann uns eine analytische Chemie des Harnes nicht bringen, hingegen finden wir in dem vorliegenden Werke unsere Kenntnisse, soweit ein „kurzes" Lehrbuch dies gestattet, möglichst vollständig gesammelt und wiedergegeben und zugleich die Methodik der Analyse so dargestellt, dass auch der chemisch minder Gebildete daraus ohne grosse Anstrengung Belehrung schöpfen kann. Der Mediziner findet besonders die ihn zunächst interessirenden Stoffe — Harnstoff, Eiweiss, Zucker, Blut — sehr gründlich abgehandelt und ebenso ist der Abschnitt über Sedimente und Concretionen sehr anschaulich geschrieben.

„Intern. klin. Rundschau."

Als ein besonderer Vorzug des Buches muss hervorgehoben werden, dass Verfasser sich durchweg nur auf Dasjenige beschränkt hat, was als vollkommen feststehend gilt, Zweifelhaftes dagegen unberücksichtigt gelassen hat, sowie dass er, wie überhaupt, insbesondere bei den quantitativen Bestimmungsmethoden vorwiegend auf die Verhältnisse Rücksicht genommen hat, mit denen der Arzt in der Praxis rechnen muss.

„Allg. med. Centralblatt."

Schrank, Dr. Joseph, **Die Prostitution in Wien, in historischer, administrativer und hygienischer Beziehung.** 2 Bände. — 1886. — Preis 12 Mk.

Allgemeine und specielle
Orthopädische Chirurgie
mit
Einschluss
der
Orthopädischen Operationen.

Von
Dr. August Schreiber
Oberarzt d. chirurgischen Abtheilung des Krankenhauses zu Augsburg.

Mit 415 Abbildungen.

1888. — Preis 10 M., Geb. M. 11.60.



Rhachitische Verkrümmungen der unteren Extremitäten.



Schwere rhachitische Verkrümmungen. Genu valg. rhach. bei 4jähr. Kind.



Aus „Schreiber, orth. Chirurgie“ *a*) Anchylose beider Hüftgelenke in gekrümmter Stellung.

Eine zusammenfassende Behandlung der orthopädischen Chirurgie hat in der deutschen Literatur bischer gefehlt und das vorliegende Buch Schreiber's entspricht daher einem thatsächlichen und von den Fachcollegen lebhaft empfundenen Bedürfnisse. Das schöne Buch Schreiber's ist ein bedeutsamer Beleg für die erfreuliche Thatsache, dass die Orthopädie nunmehr aufgehört hat, das vernachlässigte Stiefkind der Chirurgie zu sein. *(Wiener klin. Wochenschrift.)*



Aus „Schreiber orth. Chirurgie“. *b*) Derselbe nach der Operation.

Grundriss der physikalischen Untersuchungsmethoden
innerer Organe.

Für Studirende bearbeitet von ***Dr. Carl Seitz,***
Docent an der Universität zu München.

Mit 9 Abbildungen und 1 bunten Tafel. 1890. Preis 3 M.

Wenn wir auch an Lehrbüchern über physikalische Diagnostik keinen Mangel haben und darunter ganz vorzügliche und ausführliche finden, fehlte es doch bisher an einem Grundrisse, welcher den Studirenden in knapper, übersichtlicher Form die wichtigsten Thatsachen auf dem betreffenden Gebiete zusammenstellte. Wir können mit Vergnügen dem Verfasser das Compliment machen, dass er seine Anfgabe recht gut gelöst hat. Die beigedruckten vortrefflichen Holzschnitte sind fast sämmtlich nach Photogrammen hergestellt. *Deutsche Med. Zeitung.*

Vorliegendes Buch bildet keine überflüssige Vermehrung der Werke, welche sich mit demselben Gegenstande beschäftigen. Es empfiehlt sich den Studirenden, für welche es geschrieben, durch seine knappe, dogmatische Darstellungsweise. Die vielen Einwände, Zweifel und Bedenken müssen vom Anfänger so viel als möglich ferngehalten werden, und nur dasjenige, was ihm die Orientirung erleichtert, soll ihm dargeboten werden. Die diesen Anforderungen entsprechende übersichtliche Darstellung ist allerdings nicht leicht und sie kann nur demjenigen gelingen, der durch Unterricht dem Bedürfnisse des Anfängers sich zu accommodiren gelernt hat. Druck und Ausstattung sind tadellos. *Centralbl. f. Therapie.*

Lehrbuch der Kinderkrankheiten

in kurzgefasster systematischer Darstellung.

Zum Gebrauche für Studirende und Aerzte

von **Dr. Ludwig Unger,**

Docent für Kinderheilkunde an der k. und k. Universität zu Wien.

Mit Abbildungen. 1890. Preis 13 M.

Mit dem vorliegenden Lehrbuche beabsichtigt Verfasser den Studirenden und praktischen Aerzten einen Leitfaden zur raschen und sicheren Orientirung auf dem Gesammtgebiete der Kinderheilkunde an die Hand zu geben. Dem entsprechend beschränkt er sich darauf, unter Beiseitelassung aller Hypothesen, nur von dem Thatsächlichen und Wissenswerthen aus der Theorie und der Praxis der Kinderheilkunde, ihrem gegenwärtigen Standpunkte entsprechend, eine instructive und compendiöse, übersichtliche Darstellung zu geben, welche als Richtschnur für die Praxis dienen soll. Diesen Zweck erfüllt das Buch, dessen Inhalt auf der mehrjährigen, umfangreichen Spitals- und privatärztlichen Thätigkeit des Verfassers und einer eingehenden klinischen Würdigung der einschlägigen Literatur sowie der wichtigsten, in derselben enthaltenen Casuistik basirt. Unzweifelhaft entspricht das Buch dem oben angegebenen Zwecke in vollstem Masse, so dass wir Aerzten, wie Studirenden die Anschaffung desselben empfehlen können. *Allgem. Med. Centralzeitung.*

Das vorliegende Werk unterscheidet sich in vortheilhafter Weise von den gangbaren Lehrbüchern der Kinderheilkunde. Es stellt einen kurzgefassten, aber durchaus verständlich gehaltenen, bis in's kleinste Detail orientirenden Leitfaden der bezeichneten Disciplin dar, behandelt die Symptomatologie der Krankheiten des Kindesalters in vorzüglich klarer und prägnanter Weise, geht aber jedem theoretischen und hypothetischen Ballast sorgsam aus dem Wege. Die Therapie ist überall in eingehender Weise mit Berücksichtigung des neuesten Standpunktes auseinander gesetzt.

Die einzelnen Krankheitsbilder sind in schlichten Worten, dabei doch recht ansprechend und anschaulich wiedergegeben. Nichtsdestoweniger ist die Literatur, besonders wohl die neuere, in kritischer Auswahl der Dignität und in geschmackvoller und durchaus objectiver Weise zur Verwerthung gekommen. Wir wünschen dem vorzüglichen Lehrbuche weite Verbreitung und die Anerkennung, welche es verdient. *Wiener Medizinische Presse.*

. . . muss anerkannt werden, dass es die Erkrankungen der Neugeborenen und Kinder in lückenloser systematischer Darstellung enthält, die auch die Geistesstörungen und die Erkrankungen des Auges und Ohres umfasst. Die Vorzüge, die Referent schon bei Besprechung der ersten Hälfte hervorgehoben, die knappe und lichtvolle Sprache, anregende Darstellung, sorgfältige Benützung der Literatur kommen in gleicher Weise dem zweiten Theile zu und sichern dem Werke in den Kreisen der Studirenden und Aerzte den vollen Erfolge. *Münch. Med. Wochenschr.*

DIE MYOCLONIE.

Von

Prof. Dr. H. Unverricht,

Director der medicinischen Klinik in Dorpat.

Mit 3 Curventafeln. 1891. Preis 5 Mk.

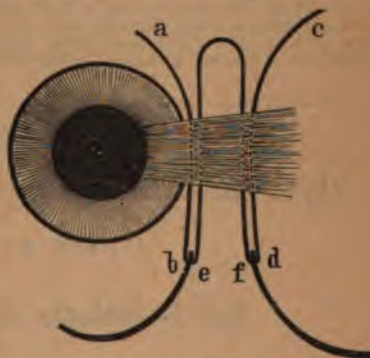
Grundriss der Augenheilkunde.

Bearbeitet von

Dr. Adolf Vossius,

a. o. Professor d. Ophthalmologie a. d. Universität Königsberg i. P.

Mit 84 Figuren und 14 Gesichtsfeldern im Text und 1 Durchschnitt des Auges. 1888. Preis 10 M. Geb. 12 M.



Pterygiumoperation.

Das Buch ist entschieden eines der besten seiner Art; es erfüllt alle Ansprüche, die an ein gutes Lehrbuch gestellt werden müssen und ist nicht nur Studirenden, sondern auch Aerzten und Specialisten bestens zu empfehlen. Die Eintheilung des Stoffes ist eine übersichtliche und consequente, die Bearbeitung der einzelnen Capitel eine gleichmässige und bei Vermeidung unnützer Ausführlichkeit eine sehr vollständige. *St. Petersburger Med. Woch.*

Obschon es unserer Literatur nicht an vortrefflichen Lehrbüchern, Grundrissen und Leitfaden der Ophthalmologie mangelt, so können wir doch nicht umhin, vorliegendes neu erschienene Werk in ganz besonderer Weise hervorzuheben, da es trotz seines geringen Umfanges den neuesten Standpunkt der Augenheilkunde, die verschiedenen Krankheiten in ihrer Behandlung, sowie ihre Beziehungen zu Erkrankungen anderer Organe in übersichtlicher, kurzer, leicht fasslicher Weise darstellt und so seinen Zweck, dem Studirenden ein Wegweiser, dem praktischen Arzte ein Rathgeber zu sein, in vollem Maasse erfüllt.

Unter den vielen Vorzügen, welche das Lehrbuch bietet, ist besonders zu erwähnen, dass Verfasser auch auf die Erfahrungen und Heilmethoden der neuesten Zeit Rücksicht genommen hat. *Bresl. ärztl. Zeitschrift.*

Medicinischer Verlag von Franz Deuticke.

K. und k. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen

ANLEITUNG

beim Studium des Baues

der

NERVÖSEN CENTRALORGANE

im gesunden und kranken Zustande.

ANLEITUNG

beim Studium des Baues

der

NERVÖSEN CENTRALORGANE

im gesunden und kranken Zustande.

Von

D^R. HEINRICH OBERSTEINER 1847-1922.

k. k. a. ö. Professor a. d. Universität zu Wien.

Zweite, vermehrte und umgearbeitete Auflage.

Mit 184 Holzschnitten.

LEIPZIG UND WIEN.

FRANZ DEUTICKE.

1892.

Vorwort zur ersten Auflage.

Vor einigen Jahrzehnten war unsere Kenntniss vom inneren Baue des Centralnervensystems noch recht ungenügend, so ungenügend dass die Pathologie nur geringen Nutzen aus ihr zu ziehen vermochte. Daher war es denn begreiflich, dass die praktischen Aerzte damals mit seltenen Ausnahmen auch von diesem Wenigen nur das Allernothwendigste sich aneigneten, und mit so überaus dürftigen Thatsachen doch ihr volles Auslangen finden konnten.

Seitdem aber eine Reihe ausgezeichneter Forscher, unterstützt durch die Fortschritte der Methodik, in überraschend schneller Weise immer mehr Klarheit in das Gewirre der mannigfachen Nervenbahnen und ihrer Knotenpunkte gebracht haben, musste auch in der praktischen Medicin die Erkenntniss platzgreifen, dass die bisher so verächtlich beiseite gelassene Gehirn- und Rückmarksanatomie — trotz ihrer Schwierigkeiten — eingehendste Berücksichtigung verdiene. Sogar auf Gebieten, die der Nervenpathologie anscheinend ziemlich ferne stehen, z. B. der Oculistik, der Otiatrik, ja selbst der Dermatologie hat sich in der letzten Zeit das Bedürfniss nach gründlicher Orientirtheit in den nervösen Centralorganen geltend gemacht.

Diesem Bedürfnisse abzuhelfen, besitzen wir nun bereits — namentlich im Deutschen — eine Anzahl meist ganz vorzüglicher anatomischer Lehrbücher. Da aber die Anatomie überhaupt nicht, die der Centralorgane vielleicht am wenigsten, aus dem Buche gelernt werden kann, suchen die Studirenden und Aerzte Laboratorien auf, in denen ihnen Gelegenheit geboten wird, sich die nothwendige

Vertrautheit mit dem Baue des Gehirns und Rückenmarkes zu verschaffen. Freilich wird die Errichtung derartiger, ideal ausgestatteter Institute für Gehirnanatomie, wie sie *His* auf der Berliner Naturforscherversammlung 1886 wünschte, noch lange ein pium desiderium bleiben. Lehrende und Lernende müssen sich vorderhand noch mit jenen unvollständigen Anfängen solcher Institute begnügen, die bereits an einigen grösseren Universitäten bestehen.

Die Erfahrung hat mich nun gelehrt, welches die berechtigten Anforderungen sind, die der Anfänger, dem es ja um selbständige specielle Arbeiten zunächst nicht zu thun sein kann, an den Lehrer, respective an einen Leitfaden, stellen soll. Namentlich will ich hervorheben, dass einerseits ein Eingehen in viele, zum Theil gar nicht feststehende Details, überflüssig ist, ja nur erdrückend und verwirrend wirkt, andererseits wird mit vollem Recht ein Hinweis auf die pathologischen Processe gewünscht.

Ich habe nun getrachtet, in den nachfolgenden Blättern dem Studirenden einen treuen und verlässlichen Führer an die Hand zu geben, der es ihm ermöglicht, selbst ohne Lehrer die mühsame Wanderung durch die einzelnen Gebiete des Centralnervensystems erfolgreich zu vollenden. Daher habe ich denn auch die beständigen Vorschriften für die Anfertigung der Präparate eingeflochten; die zahlreichen Abbildungen sollen, wenn sie auch mit Ausnahme der rein schematischen Darstellungen naturgetreu ausgeführt wurden, nur das Verständniss der Originalpräparate erleichtern, womöglich dieselben aber nicht ganz ersetzen.

Wer die Gelegenheit hat, ein Laboratorium mit einer guten Sammlung von fertigen Präparaten aufzusuchen, der kann allerdings letztere benutzen und davon absehen, selbst viel Zeit und Geduld auf die Anfertigung einer eigenen Schnittsammlung zu verwenden. Wenn es aber die Umstände gestatten, so wird durch das Arbeiten mit dem Messer nicht blos die nothwendige Uebung und Geschicklichkeit für spätere selbständige Untersuchungen erworben, sondern es prägen sich auch die anatomischen Verhältnisse viel gründlicher ein, und namentlich wird dadurch die körperliche Anschauung von der relativen Lage der einzelnen Bestandtheile, aus denen das Organ sich aufbaut, wesentlich geklärt.

Gute Zeichnungen und geschickt ausgeführte Modelle werden daneben jedenfalls beitragen, das Verständniss der schwierigen anatomischen Verhältnisse zu erleichtern.

Bezüglich der Modelle wäre zu bemerken, dass wir gegenwärtig über derartige vollkommen befriedigende Darstellungen noch nicht verfügen. Ueber das gewiss sehr kunstvolle und auch recht kostspielige Modell von *Aeby* sagt *His* in äusserst zutreffender Weise, dass es im Momente, wo man es vor sich hat, sehr klar und durchsichtig erscheint, aber im Stich lässt, sobald man das Auge abwendet.

Das vorliegende Werk unterscheidet sich also in mehrfacher Beziehung von den bestehenden Lehrbüchern der Gehirnanatomie.

Zunächst in der Darstellung des Stoffes, indem hier fortwährend der rein didaktische Standpunkt festgehalten ist; der Lernende kann — sei es, dass er selbst Präparate anfertigt oder auch nicht — ganz den Gang einhalten, der ihm durch das Buch vorgeschrieben wird. Besondere Berücksichtigung erfahren die feineren histologischen Verhältnisse. Ferner wurde getrachtet, keine der wichtigeren anatomischen Thatsachen, das Centralnervensystem betreffend, zu übersehen, ohne aber durch allzu minutiöse Detailausführung, die ja der Specialforschung vorbehalten bleiben muss, zu verwirren.

Die Einflechtung pathologisch-anatomischer Darlegungen, namentlich die pathologischen Veränderungen der Elemente betreffend, wird das Verständniss der krankhaften Vorgänge im Centralnervensystem anbahnen, ohne dass damit nur im Geringsten beabsichtigt wäre, die pathologische Anatomie dieses Organes erschöpfend auszuführen.

Dass ein besonderer Werth auf zahlreiche und gute Abbildungen gelegt wurde, fand bereits Erwähnung. Bei der Auswahl der Abbildungen, welche durchwegs nach Originalzeichnungen durch die xylographische Anstalt von *V. Eder* in Wien in befriedigendster Weise ausgeführt wurden, musste selbstverständlich eine gewisse Beschränkung platzgreifen, um den Preis des Buches nicht übermässig zu vertheuern. Es musste daher auch die Frage entschieden werden, ob, namentlich für die Zeichnungen 114 bis 132, Präparate zu wählen seien, die mit Karmin oder nach der *Weigert*'schen Methode gefärbt wurden. — Wenn ich mich für erstere entschied, so lag der Grund darin, dass ich die Abbildungen als treue Wiedergabe der Original-

präparate wünschte. Gelungene *Weigert*'sche Präparate vom erwachsenen Menschen lassen sich aber bei schwacher Vergrösserung kaum so darstellen, dass sie genügend instructiv sind, und embryonale Präparate waren wegen der Schwierigkeit für den Schüler, sich das Materiale zu verschaffen, jedenfalls zu vermeiden.

Ich brauche wohl nicht erst hervorzuheben, dass die Darstellung des Stoffes durchwegs auf autoptischer Erfahrung beruht; wenn Thatsachen nur auf Grund von Angaben anderer Autoren angeführt werden, so ist dies immer speciell bemerkt.

Ein ausführliches alphabetisches Register soll die Verwendbarkeit dieses Buches erhöhen.

Wien, im October 1887.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Als ich vor nahezu vier Jahren das vorliegende Werk der Oeffentlichkeit übergab, hatte ich die Absicht, damit einem praktischen Bedürfnisse abzuhelfen, welches ich im Verkehre mit meinen Schülern lebhaft empfunden habe.

Die ganze Zeit, während welcher seither das Buch in meinem Laboratorium in Verwendung stand, hat mir hinreichend Gelegenheit geboten zu erproben, inwieweit ich dem mir gesteckten Ziele mehr oder minder nahe gekommen bin. Ich war jedem meiner Schüler dankbar, der mich auf allerlei Mängel und Lücken, auf schwer verständliche Stellen und Aehnliches aufmerksam machte. Andererseits fanden sich in den verschiedenen Besprechungen des Buches mancherlei werthvolle Hinweise auf wünschenswerthe Veränderungen, welche Hinweise ich, da sie ja mit ganz geringer Ausnahme keinen animosen Tadel, sondern eine meist ganz berechtigte, mehr oder minder subjective Wohlmeinung erfahrener Fachgenossen darstellten, gleichfalls dankbarst aufgenommen und auch so viel als möglich bei der Umarbeitung dieses Werkes berücksichtigt habe. — Insbesondere kann ich diesbezüglich auch auf die im vorigen Jahre erschienene englische Uebersetzung dieses Buches durch Herrn Dr. *Alexander Hill* in Cambridge hinweisen, welcher ich eine Reihe schätzbarer vervollständigender Daten verdanke.

Ich benutze diese Gelegenheit, um Herrn Dr. *Alexander Hill*, sowie Herrn Dr. *K. Adelheim* in Moskau, welch Letzterer die russische Uebersetzung veranstaltet hat, für ihre grosse Mühe, desgleichen

Herrn Prof. *Koschewnikoff*, welcher der russischen Ausgabe eine freundliche Einleitung widmete, besten Dank zu sagen.

Die vorliegende zweite Auflage unterscheidet sich zunächst in einigen äusserlichen Punkten von der ersten, durch welche Veränderungen hoffentlich die Benutzung des Buches erleichtert wird. Namentlich wurde auf die Legenden der Abbildungen Rücksicht genommen; dieselben sind nun durchwegs gleichzeitig mit den Abbildungen ohne Umblättern sichtbar, ferner wurde bei deren Abfassung der Hinweis auf frühere Legenden weggelassen, so dass jede Bezeichnung einer Abbildung in dem darunter stehenden Texte Erwähnung findet, und endlich habe ich in den grösseren Legenden zur Erleichterung des Auffindens der Buchstaben die alphabetische Ordnung eingeführt

Wenn auch in der Gesammteintheilung des Werkes nichts geändert wurde, so ist doch die textliche Umarbeitung und Erweiterung eine sorgfältige, eingehende gewesen; soweit es anging, wurden die neueren wichtigen Forschungen durchwegs berücksichtigt und Vieles auf Grundlage eigener Erfahrung modificirt. Ich möchte hier nochmals besonders darauf aufmerksam machen, dass ich mich bemüht habe, so viel als möglich die aus eigener Anschauung gewonnenen Ansichten zur Darlegung zu bringen, und dass ich dort, wo ich mich auf die Angaben anderer Autoren beschränken musste, dies immer ausdrücklich angeführt habe.

Einer gründlichen Umgestaltung und Erweiterung bedurfte das Capitel über die Methoden der Untersuchung. Der Abschnitt über die Gewichtsbestimmungen des Gehirns ist ganz neu hinzugekommen. Durchwegs fanden die entwickelungsgeschichtlichen und die vergleichend anatomischen Verhältnisse ausführlichere Berücksichtigung; desgleichen habe ich auch getrachtet, das anatomische Verständniss durch kurze physiologische Hinweise zu fördern.

Etwas näher muss ich die Behandlung der pathologischen Anatomie besprechen. Wie ich schon in der Vorrede zur ersten Auflage bemerkt habe, konnte ich die krankhaften Veränderungen der nervösen Centralorgane nur ganz kurz berühren; eine ausführliche Darlegung derselben verlangt ein eigenes grosses Werk. Ganz zu umgehen waren sie aber umsoweniger, als deren Kenntniss bekanntlich zum Studium und zum Verständniss des normalen Baues vollständig unentbehrlich geworden ist.

Die krankhaften Veränderungen der histologischen Elemente glaube ich ziemlich ausführlich und übersichtlich gegeben zu haben; in die pathologische Anatomie der Organtheile ist gegenüber der ersten Auflage nach Thunlichkeit näher eingegangen worden; so wurden beispielsweise der pathologischen Anatomie des Rückenmarkes neun Seiten gewidmet.

Als sehr wünschenswerth erschienen Literaturangaben. Dieselben erschöpfend zu liefern, wäre bei der Reichhaltigkeit des Materiales gänzlich unmöglich gewesen. Ich habe mich daher darauf beschränken müssen, von älteren Arbeiten nur die wichtigsten Hauptwerke anzuführen, von neueren fast nur jene, welche auch im Texte Erwähnung gefunden haben; dabei dürften die literarischen Hinweise aber genügen, um bei etwaigen Specialforschungen als Ausgangspunkt für das Auffinden der vorhandenen einschlägigen Arbeiten zu dienen.

Einige der Abbildungen wurden in der vorliegenden Auflage durch bessere ersetzt, andere kamen ganz neu hinzu. Ich möchte aufmerksam machen auf Fig. 102, die einzige, welche ich nicht selbst gezeichnet habe, und die ich der künstlerischen Hand eines meiner Schüler, des Herrn *A. Darvas,* verdanke; ferner erwähne ich die Figuren 133 bis 136. Alle diese genannten Bilder stellen Präparate mit Markscheidenfärbung dar; für ihre Zwecke schienen sie mir passender als Karminpräparate.

Wenn das Buch durch all die genannten Veränderungen nunmehr um mehr als 100 Seiten gewachsen ist, so möchte ich diesen Umstand keineswegs als einen besonders erfreulichen hinstellen; denn je kürzer ein solches Werk abgefasst ist, ohne dadurch der Klarheit und Vollständigkeit Abbruch zu thun, desto besser wird es seinen Zweck erfüllen; allein andererseits schien es mir unumgänglich nothwendig, durch die angeführten Erweiterungen seinen praktischen Werth zu erhöhen und es dem von mir angestrebten Ziele wenigstens um einen kleinen Schritt näher zu bringen.

Möge dem Werke in seiner neuen Form die gleich freundliche Aufnahme zu Theil werden, die es bei seinem ersten Erscheinen gefunden.

Wien, im Juli 1891.

Inhalt.

Errata.

Seite 52, Zeile 12—14 v. ob. soll heissen: Bei den Vögeln ist im Lendentheile eine Erweiterung des Sulcus longitudinalis posterior vorhanden, welche von gelatinöser Substanz erfüllt ist (Sinus rhomboidalis posterior).

Seite 258, Zeile 4 v. u. statt „welches" lies „welcher".

Seite 323, Zeile 8 v. ob. statt „Schläfenbahn" lies „Brückenbahn".

Seite 399, Zeile 8 v. ob. statt „Strangfasern" lies „Kranzfasern".

EINLEITUNG.

Ein Eingehen in die complicirten und schwierig aufzufassenden Thatsachen des feineren Gehirn- und Rückenmarkbaues ist vollkommen unmöglich, wenn man sich nicht vorher mit den gröberen äusseren Verhältnissen der genannten Organe derart vertraut gemacht hat, dass man diese gewissermassen als die Umrisse eines Bildes betrachtet, in welche man dann die Detailausführungen am passenden Orte einzeichnen kann. Daher werden denn — abgesehen von einem einführenden **ersten Abschnitte** über die gebräuchlichsten Untersuchungsmethoden — zunächst die makroskopisch leicht erkennbaren Thatsachen, namentlich die äussere Reliefgestaltung, sowie dann aber auch die ohne weitere Vorbereitung auf Schnitten sichtbaren Verhältnisse der einzelnen Gehirntheile dargestellt (**zweiter Abschnitt**, Morphologie).

Bevor die mikroskopische Untersuchung von durchsichtigen Querschnitten aus dem Centralnervensystem vorgenommen wird, ist es nothwendig, dass man die einzelnen histologischen Elemente genau kenne, aus denen dieses Organ sich aufbaut; im **dritten Abschnitte** wird demnach sowohl das Wichtigste über die nervösen und die nicht nervösen Gewebsbestandtheile mitgetheilt, als auch jenen Veränderungen, denen sie unter krankhaften Verhältnissen unterliegen, Beachtung geschenkt.

Nun schreiten wir zur feineren Untersuchung des Rückenmarkes als des relativ einfachst gebauten Theiles der nervösen Centralorgane, wobei auch der wichtigsten pathologischen Structurverhältnisse gedacht werden muss (**vierter Abschnitt**).

Die Darstellung setzt weiterhin (im **fünften Abschnitte**) voraus, dass eine Anzahl (wenn auch nicht ununterbrochen) aufeinanderfolgender mikroskopischer Querschnitte durch das Gehirn, vom Rückenmarke aufwärts, angefertigt werde. Gelegentlich der Präparation dieser Querschnitte und der dabei vorzunehmenden Prüfung derselben bei

geringer Vergrösserung (Hartnack oder Reichert Object. Nr. 2) macht man sich bereits mit zahlreichen Verhältnissen der inneren Organisation bekannt, und zwar um so leichter, als man Schnitt für Schnitt alle Veränderungen des topographischen Aufbaues successive zu verfolgen vermag. Derjenige, welcher, ohne selbst zu schneiden, bereits bestehende Schnittreihen untersucht, muss aber den gleichen Gang einhalten, und bevor er in die feineren Details eingeht, sich durch Betrachtung der Präparate bei schwacher Vergrösserung den richtigen allgemeinen Ueberblick, eine stereoskopische Anschauung der wichtigeren Verhältnisse, verschaffen.

Ist dies erreicht, dann trachten wir auf Grundlage dieser Kenntnisse und durch eingehendere Untersuchung der Präparate die einzelnen Faserbündel zu verfolgen, ihre Theilungen und Verbindungen aufzufinden, ihre Endpunkte festzustellen; dies geschieht im **sechsten Abschnitte** zuerst mit den Faserzügen des Rückenmarkes und hierauf mit den Wurzeln der Gehirnnerven. Eine zusammenhängende Darlegung finden die feineren Verhältnisse im Bau des Kleinhirns und des Grosshirns. Hierbei dürften kurze Hinweise auf die krankhaften Veränderungen der betreffenden Organe wohl umsomehr am Platze sein, als dieselben häufig genug auch weitere Aufschlüsse über den inneren Bau zu geben vermögen.

Den Schluss machen die Hüllen des Centralnervensystems (**siebenter Abschnitt**), die ja mit letzterem in so innigem anatomischen und physiologischen Connex stehen, dass sie sorgfältige Berücksichtigung verdienen.

Für Denjenigen, der sich eingehender mit dem Studium des Baues der nervösen Centralorgane befassen will, seien hier die wichtigsten, das ganze Gebiet vollständig oder wenigstens zum grossen Theile umfassenden Werke, mit Ausnahme der ältesten, namhaft gemacht:

Vicq d'Azyr, Traité de l'anatomie. 1786—1790. *Sömmering*, Vom Hirn und Rückenmarke. 1788. *Sömmering*, Hirnlehre und Nervenlehre. 1791. *Bell Ch.*, The anatomy of the brain. 1802. *Gall* et *Spurzheim*, Anatomie et physiologie du système nerveux. 4 Bände und Atlas. 1810—1820. *Burdach*, Vom Bau und Leben des Gehirns. 3 Bände. 1819—1826. *Arnold Fr.*, Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. 1838. *Rolando*, Saggio sopra la vera struttura del cervello. 3. Aufl. 1838. *Leuret et Gratiolet*, Anatomie comparée du système nerveux. 2 Bände und Atlas. 1839—1857. *Foville M.*, Traité complet de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cérébrospinal I. 1844. *Todd*, The anatomy of the brain. 1845. *Stilling B.*, Ueber den Bau des Hirnknotens. 1846. *Solly S.*, The human brain. 1847. *Longet*, Anatomie und Physiologie des Nervensystems (deutsch von Hein). 2 Bände. 1847—1849. *Lokhart Clarke*, Res. on the intimate structure of the brain. Philos transact. 1858—1869. *Reichert*, Der Bau des menschlichen Gehirns. 1855—1861. *Deiters*, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. 1865. *Luys J.*, Recherches sur le système nerveux cérébrospinal. 1865.

Meynert Th., Vom Gehirn der Säugethiere (Stricker's Lehrbuch von den Geweben). 1872. *Huguenin*, Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems I. 1873. *Flechsig P.*, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmarke der Menschen. 1876. *Duval*, Rech. sur l'origine réelle des nerfs craniens. Journ. de l'Anat. el de la phys. von Robin. 1876—1878. *Henle*, Handbuch der Nervenlehre. 2. Aufl. 1879. *Wernicke*, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. 1881. *Schwalbe*, Lehrbuch der Neurologie (Hoffmann's Anatomie). 1881. *Tenchini*, Encefalo umano. 1883. *Flechsig P.*, Plan des menschlichen Gehirns. 1883. *Meynert Th.*, Psychiatrie. 1884. *Golgi*, Sulla fina anatomia degli organi del sistema nervoso. 1886. *Raymond*, Anatomie pathologique du système nerveux. 1886. *Féré Ch.*, Traité élémentaire d'anatomie médical du système nerveux. 1886. *Rauber*, Nervenlehre (Hoffmann's Anatomie). 1886. *Mendel*, Artikel „Gehirn" in Eulenburg's Encyklopädie. 2. Aufl. 1886. *Whitaker J.*, Anatomy of the brain and spinal cord. 1887. *Ranney A.*, The applied anatomy of the nervous system. 1888. *Kahler O.*, Die nervösen Centralorgane in „Toldt's Gewebelehre". 3. Aufl. 1888. *Edinger*, Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. 1889. *Mingazzini*, Manuale di anatomia degli organi nervosi centrali dell' uomo. 1889. *Gudden B. v.*, Gesammelte hinterlassene Abhandlungen. Wiesbaden 1889.

ERSTER ABSCHNITT.

Methoden der Untersuchung.

Bei der anatomischen Erforschung des Centralnervensystems stossen wir auf Schwierigkeiten, wie solche sich der Bearbeitung keines der übrigen Organe entgegenstellen; daher denn auch unsere über das Gröbste hinausgehenden Kenntnisse von der Structur des Gehirns und Rückenmarks durchwegs neuesten Datums sind.

Die Ursachen für diese Schwierigkeiten sind leicht einzusehen. Zunächst darf ja von vorneherein erwartet werden, dass im Bau eines Organes, welchem nicht blos die verschiedensten und complicirtesten, sondern auch die höchsten und edelsten Functionen des Gesammtorganismus zugewiesen sind, diese vorderhand noch kaum zu überblickende Mannigfaltigkeit der Leistung sich auch sichtbar ausgeprägt finden wird; es ist aber ferner begreiflich, dass diese zu supponirende Complicirtheit der Structur, bei der relativen Kleinheit des Organes, nur durch solche nervöse Bahnen und Untertheilungen erreicht werden kann, welche häufig schon wegen ihrer geringen Grösse den gewöhnlichen grob anatomischen Untersuchungsmethoden unzugänglich sind, umsomehr als es sich fast durchwegs um Gewebe handelt, welche äusserst zart, weich und hinfällig sind.

Schon diese Erwägungen — von zahlreichen anderen Gründen abgesehen — müssen genügen, um zu begreifen, dass es erst seit der Einführung ganz besonderer Methoden der anatomischen Bearbeitung möglich ward, dieses mit „7 Siegeln verschlossene Buch" zu öffnen, und dass wir erst nun anfangen, die allerdings ziemlich schwer lesbaren Zeichen desselben zu verstehen.

Die bisher gebräuchlichen Untersuchungsmethoden sind — soweit sie sich nicht auf die Structur der Elemente, sondern auf deren wechselseitige Lage und Verbindung beziehen — sehr verschiedenartig, aber sie unterstützen und ergänzen sich gegenseitig. Zur leichteren Uebersicht sollen jene Hilfsmittel, welche uns gegenwärtig,

abgesehen von der grob anatomischen Untersuchung, zur Verfügung stehen, in fünf Gruppen zusammengestellt werden.

Es sind dies folgende:

1. Die Zerfaserung des entsprechend vorbereiteten Centralnervensystems;

2. die Anfertigung einer successiven ununterbrochenen Reihe von durchsichtigen Querschnitten durch das normale, ausgebildete Organ;

3. die Untersuchung solcher Organe, deren einzelne Bestandtheile entweder nicht gleich weit in der Entwickelung vorgeschritten oder theilweise einer regressiven Metamorphose anheimgefallen sind;

4. die Vergleichung homologer Theile des Centralnervensystems bei verschiedenen Thieren;

5. die experimentelle Beobachtung der Leistung, welche wieder einen Rückschluss auf den anatomischen Bau gestattet; hieran schliesst sich das Studium der bei localisirten Erkrankungen des Centralnervensystems zu beobachtenden Functionsanomalien.

Methoden der Untersuchung, welchen eine beschränktere, specielle Bedeutung zukommt, die aber dabei für uns auch von Werth sind, werden späterhin an den betreffenden Stellen Erwähnung finden.

1. Die Zerfaserungsmethode.

Das frische Centralnervensystem besitzt eine Consistenz, welche es vollkommen untauglich zu einer Abspaltung der einzelnen Faserbündel macht; es muss daher früher einer geeigneten Vorbereitung unterworfen werden, welche die nervösen Elemente härtet, während das Bindegewebe, welches jene aneinander bindet, erweicht werden soll. Dieser Zweck ist bisher nur mangelhaft erreicht worden.

Einfache Härtung in Alkohol, auch mit Zusatz von etwas Salpeter- oder Salzsäure (schon *Ruysch*, *Vicq d'Azyr*) oder Kali (*Reil*) wird seit langer Zeit angewendet; besser ist die Härtung in chromsauren Salzen und Nachhärtung in Alkohol. Auch für das Studium der äusseren Plastik empfiehlt sich die Härtung in doppeltchromsaurem Kali und spätere Uebertragung der Präparate in Alkohol. *J. Stilling* legt Hirnstücke, nachdem sie vorher in *Müller*'scher Flüssigkeit (siehe unten) gehärtet und dann ausgewässert worden waren, in absoluten Alkohol, bis sie eine gute Consistenz angenommen haben. Hierauf werden sie in künstlichen Holzessig (200 Gramm Eisessig, 800 Gramm Wasser, 20 Tropfen Kreosot) eingelegt, woselbst sie in der Regel mehrere Wochen (die Zeit lässt sich nicht genau angeben und kann

nur durch Erfahrung gelernt werden) zu verbleiben haben; sind die Präparate zu weich geworden, so bringt man sie noch für einige Tage in rohen Holzessig. An solchen Stücken kann man mit Hilfe von Pincetten und Nadeln einzelne Faserstücke sehr nett verfolgen und isoliren, und das Präparat, falls es nicht zu gross ist, nach Behandlung mit Nelkenöl in einem Uhrschälchen unter Canadabalsam conserviren.

An gut gehärteten Spiritus- oder Chrompräparaten zeigt übrigens jeder künstlich erzeugte Bruch in der weissen und theilweise auch in der grauen Gehirnmasse mehr oder minder deutlich den Faserverlauf.

Es muss aber wohl beachtet werden, dass alle Faserungsmethoden, namentlich dort, wo Durchkreuzungen von Nervenbündeln stattfinden, sehr leicht zu Trugbildern führen können.

J. Stilling, Ueber den Bau der optischen Centralorgane. Cassel 1882.

2. Die Anfertigung continuirlicher Schnittreihen.

Es ist das Verdienst *B. Stilling's*, diese Methode, welcher wir den grössten Fortschritt in der Erkennung des inneren Baues der Centralorgane verdanken, in die Gehirnanatomie eingeführt zu haben.

Denken wir uns ein Stück des Gehirns derart in eine Reihe mikroskopisch feiner Querschnitte zertheilt, dass dieselben aneinandergelegt wieder das vollständige Stück Gehirnsubstanz repräsentiren, so müsste es, wenn nicht mancherlei Schwierigkeiten der Beobachtung hinzu kämen, möglich sein, jede einzelne quer oder schief getroffene Nervenfaser von einem Schnitte zum nächsten und so weiter durch das ganze in Schnitte zerlegte Präparat hindurch zu verfolgen. Wenn nun auch die praktische Durchführung dieses Gedankens nicht leicht möglich ist, so ist doch erst seit jener Zeit, da wir gelernt haben, continuirliche Serien durchsichtiger Querschnitte anzufertigen, ein nennenswerther Fortschritt in dem Verständnisse des inneren Hirnbaues möglich geworden. Die dabei erhaltenen Querschnitte können nebstbei auch zu feineren histologischen Untersuchungen dienen.

Aber auch die Methode der Untersuchung von durchsichtigen Schnittreihen kann zu argen Täuschungen Veranlassung geben. Namentlich wird die plastische Reconstruction der in einer Anzahl von Schnitten zur Beobachtung kommenden Gebilde häufig auf nicht geringe Schwierigkeiten stossen; aber andererseits können die Bilder, welche uns die Querschnitte liefern, doch nur dann das anatomische

Verständniss fördern, wenn wir es vermögen, aus ihnen eine körperliche Anschauung des Gegenstandes zu gewinnen.

Zur Anfertigung solcher Schnitte muss das Centralnervensystem ebenfalls einer vorherigen **Härtung** unterzogen werden.

Versuche, frische Gehirnstücke gefrieren zu lassen und sie in der Kälte zu schneiden, haben deswegen nicht den gewünschten Erfolg gehabt, weil durch den Gefrierprocess die Structur der Nervensubstanz zu sehr leidet und man sohin mangelhafte Präparate erhält. Wohl aber ist die Gefriermethode für Tumoren anwendbar. Man muss daher zu den Härtungsflüssigkeiten greifen, und hier stehen weitaus in erster Linie die chromsauren Salze, die auch der reinen Chromsäure bedeutend vorzuziehen sind. Am meisten ist das doppeltchromsaure Kali in Verwendung. Frische Stücke des Centralnervensystems werden in ein möglichst grosses Quantum einer 1procentigen Lösung des Salzes gelegt; die Flüssigkeit wird in den nächsten Tagen wiederholt gewechselt, dabei aber immer verstärkt, bis zu 2 bis 3 Procent, worin die Präparate bis zur genügenden Härtung liegen bleiben. Dieser Zeitraum, der von verschiedenen Umständen, z. B. von der umgebenden Temperatur (im Sommer geht die Härtung schneller vor sich) abhängig ist, beträgt 6 bis 8 Wochen; auch sind kleinere Stücke schneller durchgehärtet als grössere. Im Brütofen, bei einer Temperatur von 40 bis 55 Grad, kann man kleinere Stücke in 8 bis 14 Tagen gut schnittfähig machen. Man kann die Härtung auch beschleunigen, indem man der Lösung von doppeltchromsaurem Kali ein wenig Chromsäurelösung zusetzt (auf 500 Gramm der ersteren etwa 20 bis 30 Tropfen einer 1procentigen Lösung der Säure). Unter der Einwirkung des positiven Poles eines constanten Stromes soll die Härtung äusserst rasch (Rückenmarkstücke in 4 bis 5 Tagen) vor sich gehen *(Minor)*.

Nicht alle Theile des Centralnervensystems brauchen gleich lang zu ihrer Härtung. Besondere Sorgfalt erfordert die Härtung des Rückenmarks in chromsauren Salzen.

Nachdem die Präparate schnittfähig geworden sind, können sie noch einige Monate in der Chromlösung verweilen; will man sie weiter aufbewahren, so müssen sie, wenn Alkohol gänzlich vermieden werden soll, in eine ganz schwache (etwa 0·5procentige) Lösung des chromsauren Salzes übertragen werden, wo sie sich dann auch mehrere Jahre halbwegs gut erhalten können. Schimmelbildung ist kein Zeichen, dass die Präparate verdorben sind; Zusatz von ein wenig Carbolsäure hindert das Auftreten von Schimmelpilzen nicht, erschwert es aber.

Sind die Stücke im Chromsalze vollständig oder nahezu vollständig gehärtet, so vertragen sie auch die Nachhärtung in Alkohol. Dies kann so geschehen, dass man sie zuerst in Wasser gut auswässert, dann

für mehrere Tage in verdünnten (50procentigen) Alkohol und zuletzt in starken (95procentigen, eventuell absoluten) überträgt. Zur Vermeidung von Niederschlägen empfiehlt es sich, die Gläser während dieser Zeit an einem dunklen Orte aufzustellen *(H. Virchow)*. Solche Präparate sind viel besser schneidbar, doch gehen nach längerem Aufenthalte in Alkohol viele Einzelheiten der Structur verloren, auch bilden sich, namentlich dadurch, dass der Alkohol das Nervenmark theilweise löst, allerlei künstlich erzeugte, oft sehr störende Flecken, Lücken u. dgl. Beabsichtigt man aber späterhin die Markscheiden der Nervenfasern zu färben, so hat die Auswässerung vor der Uebertragung in den Alkohol zu entfallen; die Präparate werden dann nur kurz in Wasser abgewaschen und kommen gleich in 95procentigen Alkohol, den man mehrmals wechseln kann. Seit der Einführung der Celloidineinbettung ist diese letztere Härtungsmethode die am meisten geübte. Für das Centralnervensystem ist der Alkohol gänzlich zu vermeiden in der ersten Zeit der Härtung, mit Ausnahme jener Fälle, in denen man ausschliesslich die Structur der Nervenzellen zu untersuchen beabsichtigt *(Nissl, Trebinski*, pag. 19). Tumoren mag man aber gleich in Alkohol härten, ebenso ist es für den Nachweis von Bakterien meist nothwendig, die Härtung in Chromsalzen zu vermeiden.

Müller'sche Flüssigkeit (10 Theile doppeltchromsaures Kali, 5 Theile schwefelsaures Natron auf 500 Theile Wasser), sowie das wiederholt empfohlene doppeltchromsaure Ammoniak (letzteres überhärtet sehr leicht) sind entbehrlich. Die von *Erlitzky* angegebene Mischung: 5 Theile doppeltchromsaures Kali, 1 Theil schwefelsaures Kupferoxyd, 200 Theile Wasser, härtet bedeutend schneller, bildet aber leicht dunkle Niederschläge im Präparate, die bereits wiederholt zu Täuschungen Veranlassung gegeben haben.

Ob ein Präparat die richtige Consistenz zum Schneiden erreicht habe, wird man bei einiger Uebung schon durch Anfühlen und leichtes Drücken entscheiden können; am sichersten geht man, wenn man einen kleinen Probeschnitt mit dem Rasirmesser anfertigt.

Weniger Erfahrenen diene es zum Troste, dass mitunter einmal trotz aller Vorsicht ein Präparat nicht die gewünschte Härte erhält, ohne dass es immer möglich wäre, den Grund für diesen Misserfolg aufzufinden.

Um kleinere Stücke des Centralnervensystems, die einem lebenden oder eben getödteten Thiere entnommen wurden, in einer Weise schnittfähig zu machen, dass voraussichtlich die feinsten Structurverhältnisse des lebenden Organes erhalten bleiben, so z. B. der Bau des Zellkernes oder dergleichen, wendet man die sogenannten **Fixirungsmittel** an. Von den verschiedenen bisher angegebenen Fixirungsmitteln dürfte

die von *Fol* vorgeschlagene Modification der *Flemming*'schen Solution am meisten zu empfehlen sein:

Ueberosmiumsäure, 1procentig .	2	Raumtheile
Chromsäure, 1procentig . . .	25	„
Essigsäure, 2procentig. . . .	8	„
Wasser	68	„

In diese Mischung, mit der nicht gespart werden darf, wird das Gewebsstückchen eingelegt, und erstere, falls sich eine Trübung zeigt, erneuert. Nach mehreren (bis 24 und darüber) Stunden wird das Präparat sehr sorgfältig ausgewaschen und in 80procentigem Alkohol weiter aufbewahrt.

Die Anfertigung entsprechender Schnitte, welche häufig auch von ziemlicher Grösse sein müssen, erforderte früher eine geschickte Hand und viel Uebung; gegenwärtig ist diese Schwierigkeit durch die Einführung der **Mikrotome** behoben. Aus der überaus grossen Anzahl von Mikrotomen, welche in den letzten Jahren angegeben wurden, seien nur jene erwähnt, welche für unsere Zwecke hinreichen.

Ein Mikrotom einfachster Form ist ein hohler Metallcylinder, dessen Boden durch die Drehungen einer feinen Mikrometerschraube auf und ab geschoben (aber nicht gedreht) wird. In diesem Cylinder wird das Präparat mittelst einer vorher eingegossenen Einbettungsmasse fixirt. Am freien Rande des Mikrotoms, gegen welchen hin, der gewünschten Dicke der Schnitte entsprechend, durch Drehung der Mikrometerschraube das Präparat vorgeschoben wird, befindet sich ein vollkommen ebener, ziemlich breiter Glas- oder Metallring, über welchen man leicht das bi- oder planconcave Messer hinwegführt; letzteres muss dabei mit Wasser oder besser mit Alkohol befeuchtet werden.

Das *Gudden*'sche Mikrotom, welches für grössere Gehirnschnitte bestimmt ist, besteht aus dem eben beschriebenen Apparate, der aber mit seinem oberen Theile in einer Wasserwanne steckt, welche entweder an den Tisch anzuschrauben ist oder durch mehrere Füsse tischähnlich gehalten wird. Man schneidet unter Wasser, der Schnitt schwimmt also während des Schneidens in der Flüssigkeit und ist daher viel weniger Zerrungen ausgesetzt. Uebrigens verlangt auch bei diesem Apparate, der von *Katsch* in München angefertigt wird, die Führung des Messers einige Uebung und Geschicklichkeit, falls die Schnitte alle ganz tadellos ausfallen sollen.

Um die Präparate in den Cylinder des Mikrotoms einzubetten, benützt man eine Masse, welche am einfachsten durch Zusammenschmelzen von Wachs und Oel erhalten und heiss in den Apparat hineingegossen wird. Eine Mischung von 3 Theilen Wachs und

2 Theilen Oel wird häufig genügen, doch richtet sich das Verhältniss von beiden Substanzen nach der Härte des Präparates. Auch andere Substanzen (als Stearin, Paraffin, Talg u. s. w.) können in entsprechender Weise angewendet werden.

Beim Schneiden entferne man oben um das Präparat herum die Einbettungsmasse derart, dass das Messer fast nur durch das Präparat selbst geführt werden muss. Das Messer soll oft am Streichriemen abgezogen werden und ist nach jedem Schnitte zu reinigen. Der fertige, im Wasser schwimmende Schnitt wird, wenn er gross und zerreisslich ist, auf einem Stückchen Filtrirpapier oder Closetpapier aufgefangen und alsbald mit einem zweiten feuchten Stückchen des gleichen Papieres bedeckt. In dieser schützenden Papierhülle, welche man, der Reihenfolge der Schnitte entsprechend, mit einer Nummer versehen kann, bleibt der Schnitt während der nun folgenden Proceduren, wie später beschrieben werden wird.

Gegenwärtig, namentlich seitdem mit Vorliebe nur solche Stücke geschnitten werden, welche erst mit Celloidin oder Photoxylin (siehe unten) durchtränkt wurden, finden die **Schlittenmikrotome** viel mehr Anwendung; bei ihnen wird das Messer auf einem sogenannten Schlitten, der auf Schienen schleift, befestigt, und über das Präparat hinweggeführt; dieses hebt man durch einen am Apparate befindlichen Mechanismus in einer der gewünschten Dicke der Schnitte entsprechenden Höhe vor jedem neuen Schnitte dem Messer entgegen; gleichzeitig werden aus einer Tropfflasche Präparat und Messer fortwährend mit Alkohol befeuchtet. Sehr empfehlenswerth sind die Schlittenmikrotome von *Reichert* in Wien mit automatischer Hebung des Präparates. Für grössere Gehirnschnitte ist das durch *Weigert* modificirte Tauchmikrotom von *Schanze* in Leipzig mit Kurbelbewegung des Messers ausgezeichnet geeignet. Es ermöglicht auch die Schnitte unter Alkohol auszuführen; man wird aber selten von dieser Einrichtung Gebrauch machen, wenn die Präparate eine gute Consistenz haben. Sind die Schnitte gross oder besonders zart, so holt man sie am besten mit einem Streifen Closetpapier vom Messer ab. Man kann diesen Streifen dann noch umschlagen, so dass der Schnitt beiderseits eine Papierhülle hat; diese letzteren lassen sich wieder mit fortlaufenden Nummern versehen, und es genügt dann ein einziges Gefäss, um eine grosse Zahl von Schnitten aufzunehmen, ohne dass man sich zu fürchten braucht, dass dieselben aus der richtigen Reihenfolge gebracht werden.

Für das Schlittenmikrotom kann man die gut gehärteten Stücke entweder mittelst eines Pappe- oder Metallkästchens in einer Wachs-Oelmischung einbetten, oder aber, namentlich wenn sie nicht sehr

hoch sind, auf einen Kork oder Holzklotz aufkleben. Dies kann mittelst einer dicken Gummilösung geschehen, zu deren Erhärtung man den Kork mit dem Präparate für 24 Stunden in absoluten Alkohol bringt; der Gummi wird aber so hart, dass er das Messer angreift; es ist daher eine dicke Celloidinlösung vorzuziehen. Letztere Lösung fertigt man sich an, indem man das in kleine Stückchen geschnittene Celloidin in eine Mischung von absolutem Alkohol und Schwefeläther zu gleichen Theilen bringt. Die Quantität des Celloidins richtet sich nach der gewünschten Dickflüssigkeit. Da übrigens das Celloidin sich recht langsam löst, namentlich wenn es schon hart geworden ist, so ist das Photoxylin vorzuziehen, dessen Lösung in der gleichen Mischung in wenigen Minuten vollendet ist.

Um das zu schneidende Stück am Korke zu fixiren, bestreicht man denselben an seiner Oberseite erst mit der dicken Celloidin- oder Photoxylinlösung und lässt sie noch ein wenig an der Luft eintrocknen; dann legt man das Präparat, welches vorher in Alkohol gut entwässert oder mit Celloidin, respective Photoxylin gut durchtränkt sein muss, mit einer möglichst ebenen Fläche auf den Kork und übergiesst es, damit es fester hafte, noch mit der Celloidinlösung. Man wartet nun, bis das Celloidin an der Luft zu erstarren beginnt, und legt schliesslich das ganze Stück in schwachen Alkohol von 70 bis 80 Procent, den man sich durch Mischen des gebräuchlichen 95procentigen Alkohols mit Wasser, etwa im Verhältnisse von 10:2, herstellt. Nach 24 Stunden ist das Celloidin erhärtet und es kann mit dem Schneiden begonnen werden, doch dürfen die am Korke aufgeklebten Stücke auch monatelang im schwachen Alkohol verbleiben.

Bei Präparaten, die keine ebene Unterfläche haben, oder die überhaupt sehr unregelmässig in der Form sind, hilft man sich durch Auspolstern mit Photoxylin in Substanz (eine Art Schiessbaumwolle und wird von *Ch. Mann* in Petersburg hergestellt); wird später Photoxylinlösung über das Ganze gegossen, so erweicht sich das trockene Photoxylin und vereinigt sich mit dem übrigen zu einer homogenen durchscheinenden Masse.

Um gleichmässige dünne Schnitte zu erhalten, wird man fast immer zu der Einbettung oder, besser gesagt, Durchtränkung mit Celloidin oder Photoxylin greifen.

Das Präparat muss vorerst in absolutem Alkohol vollständig entwässert sein (Rückenmarksstückchen von circa 1 Centimeter Länge z. B. müssen aus einer wässerigen Lösung für 2 bis 3 Tage in gewöhnlichem und dann ebenso lange in absolutem Alkohol gehalten werden, grosse Stücke brauchen entsprechend länger), es kommt hierauf in eine recht schwache, leicht flüssige Celloidinlösung, bleibt

hier je nach der Grösse des Stückes verschieden lang (in obigem Falle etwa 3 bis 4 Tage) und wird schliesslich in eine dickflüssige Celloidinlösung übertragen, in der es ebenfalls zum mindesten ein Paar Tage verweilen soll. Das nun vollständig mit Celloidin durchtränkte Stück wird sammt dem anhaftenden Celloidin in der oben angeführten Weise auf einen Kork aufgeklebt. Diese Methode der Celloidineinbettung, die nun kaum mehr zu entbehren ist, leistet auch Vorzügliches an solchen Präparaten, welche leicht auseinanderfallen, deren einzelne Theile schwer in situ zu erhalten sind, oder in denen sich Höhlen und Lücken befinden.

Eine besonders vollständige Durchtränkung mit Celloidin erhält man nach der von *Barett* angegebenen Methode, die allerdings ein wenig mehr Sorgfalt erfordert. Das in absolutem Alkohol gut entwässerte Präparat kommt in eine Mischung von 3 Theilen absolutem Alkohol und 1 Theil Aether. Wenn diese genügend ins Gewebe eingedrungen ist, bringt man ein Stück trockenes Celloidin ins Gefäss, das sich langsam löst, und der nur successive sich verdickenden Lösung eine möglichst innige Durchtränkung des Präparates erlaubt; man setzt so lange täglich frische Celloidinstücke oder sehr dicke Celloidinlösung bei, bis man eine nur schwer fliessbare Masse erhalten hat. Nach einiger Zeit giesst man das Ganze in ein Glasgefäss mit einem nicht völlig luftdicht schliessenden Deckel; wenn das Celloidin ziemlich hart geworden ist, schneidet man das Präparat mit einem entsprechenden Stück Celloidin heraus und wirft den ganzen Block in Wasser. Ist aller Alkohol ausgezogen, dann kann ein solches Stück auch sehr gut am Gefriermikrotom geschnitten werden.

Eine dicke Lösung von Photoxylin verändert sich manchmal derart, dass sie völlig unverwendbar wird; statt eine mehr oder minder dicke Flüssigkeit zu bilden, erstarrt sie zu einer gelatinösen Masse, welche an dem Finger gar nicht haftet. Eine solche Lösung ist absolut unbrauchbar; befindet sich bereits ein Präparat in derselben, so muss es neuerlich in Alkohol entwässert und in frisches Photoxylin gebracht werden.

Die für die meisten Gewebsarten ganz vorzügliche Durchtränkung mit Paraffin empfiehlt sich für das Centralnervensystem im Allgemeinen weniger; da sie aber für periphere Nerven oder dann, wenn kleinere, äusserst feine Schnitte verlangt werden, unentbehrlich ist, so darf sie hier nicht ganz übergangen werden. Auch hiefür sind zahlreiche Modificationen vorgeschlagen worden; nachstehende ist einfach und sehr anzuempfehlen. Nach vollständiger Entwässerung in Alkohol kommt das zu schneidende Stückchen in eine Flasche mit Xylol; gleich oder am nächsten Tag bringt man in

das gleiche Fläschchen mehrere kleine Stücke Paraffin, die sich langsam in Xylol lösen, an den weiteren Tagen vermehrt man die Menge des Paraffins, so dass das Präparat schliesslich von einer ziemlich concentrirten Paraffinlösung durchtränkt ist. Nun kommt es, je nach seiner Grösse, für 2 bis 24 Stunden in geschmolzenes Paraffin (Schmelzpunkt circa 50°). Nach dem Erkalten wird der Paraffinblock mit dem eingeschmolzenen Präparate passend zugestutzt. Das Mikrotommesser wird, vollständig quer gestellt, schnell — ohne Alkoholbefeuchtung — über das Präparat hinweggeführt. Die Schnitte kommen zunächst in Xylol, wo sich das Paraffin löst; von da in Carbolxylol und Damarlack. Will man sie noch färben, so bringt man sie aus dem Xylol in Alkohol und dann eventuell in Wasser oder in die betreffende Färbeflüssigkeit; es ist aber meist rathsamer, vor der Einschmelzung in toto zu färben.

Um gute Schnitte zu erhalten, muss das Präparat ganz unbeweglich fest eingeklemmt, beziehungsweise am Korke befestigt sein; es kann aber nicht genug betont werden, wie sehr auch die Güte des Messers in Betracht kommt; es stellt den bei weitem wichtigsten Theil des Mikrotoms dar.

Die Schnitte, welche man vom Mikrotommesser mit einem weichen Pinsel oder mit einem Streifen Papier abholt, werden in der Regel zunächst in eine Schale mit schwachem Alkohol gebracht.

Hat man in ununterbrochener Reihe aufeinanderfolgende Schnitte, eine sogenannte **Schnittserie**, von einem in Celloidin eingebetteten kleinen Stücke anzufertigen, so wird die ganze Procedur durch folgende von *Weigert* angegebene Procedur vereinfacht. Eine, nach Bedarf mehrere Glasplatten von entsprechender Grösse werden sorgfältig gereinigt, und nach Art der Photographen mit Collodium übergossen. Ferner bereitet man sich Streifen aus Closetpapier, die etwas breiter wie die Präparate und ein wenig länger als die Glasplatte sind. Mit diesen Streifen werden die Schnitte vom Messer in der Weise abgenommen, dass man unter leichter Anspannung des Papieres dasselbe von oben auf den Schnitt auflegt und es dann in der Richtung nach links wagrecht abzieht. Man macht auf dem Papierstreifen eine einfache Reihe von Schnitten, indem man den nächstfolgenden immer an die rechte Seite des vorhergehenden bringt. Um die Papierstreifen mit den Schnitten sowohl während des Schneidens der nächsten Präparate, als auch später, wenn die Streifen voll sind, bis zum Auflegen auf die Glasplatte feucht zu halten, stellt man neben dem Mikrotom einen flachen Teller auf, auf welchem sich mehrere Lagen Fliesspapier mit einer Schichte Closetpapier darüber befinden, die gut mit 80procentigem Alkohol befeuchtet sind. Auf diese legt man, sowohl während

des Schneidens zwischen je zwei auf den Papierstreifen zu bringenden Schnitten, als auch später bis zur definitiven Benützung der Bänder, die Papiere so hin, dass die Schnitte nach oben stehen und der Streif an der feuchten Unterlage gut anliegt. Auf jede Glasplatte kann man, wenn sie breit genug gewählt wurde, zwei solcher Schnittreihen übertragen, indem man zwei Bänder mit der Schnittseite auf die trocken gewordene Collodiumschichte legt und von der anderen Seite sanft den Streifen andrückt; letzteren kann man nun leicht abziehen, so dass die Schnitte der Collodiumschicht anhaften. Nachdem aller Alkohol so weit entfernt ist, dass die Schnitte eben noch feucht sind, wird über diese hinweg rasch eine zweite Collodiumschicht, so wie dies anfänglich geschah, gegossen. Ist die Collodiumschicht oberflächlich trocken, so soll man die Schnitte zur späteren Orientirung mit Methylenblau numeriren. Die fertiggestellte Tafel wird entweder in 80procentigem Alkohol aufbewahrt, oder alsbald (vor dem starken Eintrocknen) in die Färbeflüssigkeit, z. B. wenn man eine Markscheidenfärbung beabsichtigt, in die gebräuchliche Hämatoxylinlösung, gebracht. In letzterer löst sich, namentlich im Brütofen, sehr bald die ganze Collodiummasse mit den von ihr eingeschlossenen Schnitten vom Glase ab, so dass man sie leicht entfernen kann. Die Weiterbehandlung dieser Collodiumserien ist die gleiche, wie wir sie für die einfachen Celloidinschnitte weiterhin besprechen werden. Einer der Hauptfehler dieser Methode besteht darin, dass die verschiedenen Weiterbehandlungen der Schnitte, insbesondere das Färben, durch die doppelte Collodiumschichte sehr erschwert werden. Um diesen Nachtheil zu vermeiden, empfiehlt sich das von *Obregia* angegebene Verfahren, das auch viel weniger Vorsicht erfordert. Man mache sich folgendes Gemisch: 30 Kubikcentimeter einer syrupdicken Lösung von Candiszucker in destillirtem Wasser + 20 Kubikcentimeter Alkohol (95 Procent) + 10 Kubikcentimeter einer syrupdicken Lösung von reinem Dextrin. Mit dieser Lösung, die sich ziemlich lange hält, wird der Objectträger, in gleicher Weise wie mit Collodium, übergossen; nach dem Trocknen kann er ohne Schaden auch mehrere Tage lang aufbewahrt werden. Die Schnitte werden wie bei der *Weigert*'schen Methode auf den Objectträger gebracht und nach mehreren Minuten mit einer Lösung von 6 Gramm Photoxylin oder Celloidin in 100 Kubikcentimeter Aether und 100 Kubikcentimeter absolutem Alkohol übergossen.

Der Objectträger wird nun horizontal der Luft ausgesetzt, bis die leichte Trübung um die Schnitte herum verschwunden und die Photoxylinschichte consolidirt ist, dann taucht man ihn in Wasser, worin sich die Zuckerschichte löst, und das Photoxylinblatt

mit den Schnitten, die an einer Seite frei sind, leicht abgezogen werden kann.

Für die Untersuchung der Präparate ist es nicht unwichtig zu wissen, dass an solchen Stellen, wo Faserbündel sich in verschiedener Richtung durchkreuzen, bei schwacher Vergrösserung durch Anwendung **schiefer Beleuchtung** (man stelle den Planspiegel des Mikroskopes derart, dass der Grund neben dem Präparate dunkel erscheint) mitunter viele sonst gar nicht oder nur schwer zu erkennende Faserzüge hellglänzend, äusserst scharf hervortreten. Die Präparate dürfen dazu auch bereits in der alsbald zu beschreibenden Weise mit Karmin, Hämatoxylin, Nigrosin u. s. w., nicht aber nach der *Weigert*'schen Methode gefärbt sein.

Flesch hat auch die Untersuchung in **farbigem Lichte** vorgeschlagen; dieser Kunstgriff kann dort, wo es sich um die Erkennung feiner Farbendifferenzen handelt, mitunter recht nützlich sein.

Dickere Schnitte, die nur als Uebersichtspräparate dienen sollen, kann man in Wasser abwaschen und in Glycerin einschliessen; auf diese Weise erhält man z. B.: von der Medulla oblongata, der Brücke u. a. ganz schöne Bilder; an degenerirten Stellen des Rückenmarkes treten hierbei auch die einzelnen noch intacten Nervenfasern recht klar hervor. Solche in Glycerin eingeschlossene Präparate versieht man am besten mit einem Rande von Paraffin.

Nahezu in allen Fällen aber wird man trachten, gewisse Gewebselemente deutlicher hervorzuheben, und dies erreicht man durch das **Färben** im weiteren Sinne des Wortes. Gegen sehr viele Farbstoffe verhalten sich die einzelnen Gewebselemente äusserst verschieden, und man ist demnach durch die Anwendung der richtigen Tinctionsmittel im Stande, eine deutliche Differenzirung am Präparate zu erzielen; man kann beispielsweise die Kerngebilde mit Alaunhämatoxylin blau färben, während das gesammte übrige Gewebe nahezu farblos bleibt: darin besteht das **Färben im engeren Sinne.**

Man hat aber auch gefunden, dass bei der Anwendung von Metallsalzlösungen und nachheriger Reduction der Niederschlag des Metalles mit besonderer Vorliebe in oder um bestimmte Gewebsarten stattfindet; darauf beruht **die Metallimprägnation.**

Färben der Präparate.

Die Methode der Untersuchung feiner Querschnitte aus dem Centralnervensysteme konnte erst volle Geltung erlangen, als *Gerlach* lehrte, die Präparate mit Farbstoffen zu behandeln, welche sich den einzelnen Gewebselementen gegenüber verschieden verhalten. Jener

Farbstoff, welcher durch einen Zufall zuerst in Verwendung kam, das Ammoniakkarmin, hat nicht nur das Meiste geleistet, sondern steht auch gegenwärtig noch für das Centralnervensystem in erster Reihe. Man macht sich die Lösung, indem man eine beliebige Quantität des besten käuflichen Karmins (besonders anempfohlen wird Karmin Naccarat) in einem Becherglase mit wenig Ammoniak zu einem weichen Brei anrührt, hierauf so viel destillirtes Wasser zusetzt, um eine dunkle, schwarzrothe Flüssigkeit zu erhalten, und diese filtrit. Das überschüssige Ammoniak soll man an der Luft verdampfen lassen. Ueberhaupt wird die Lösung durch Stehenlassen nur besser. Die gebrauchte Flüssigkeit kann immer wieder in die Flasche, welche den Vorrath an Karminlösung enthält, zurückfiltrirt und so jahrelang verwendet werden. Alkoholpräparate färben sich in dieser Lösung meist sehr schnell, mitunter in wenigen Minuten; die Zeit, welche Schnitte aus Chromsalzen zu ihrer vollständigen Färbung brauchen, ist sehr verschieden, um so länger, je älter das Präparat ist; sie kann von einer Stunde bis zu mehreren Tagen schwanken, man muss sich daher in jedem einzelnen Falle immer von der Färbbarkeit des Präparates überzeugen. Will man diese Zeit sehr abkürzen, so stelle man das Uhrschälchen mit den Schnitten und der nöthigen Menge Karminlösung offen auf ein Drahtnetz über ein Wasserbad mit kochendem Wasser; die Färbung wird dann in 3 bis 5 Minuten vollendet sein. Für Celloidinpräparate ist mitunter die Erhitzung über dem Wasserbade zu stark; man stellt sie lieber in den Brütofen (Wärmekasten); in diesem Falle wird die zur Färbung nöthige Zeit auch von der Temperatur abhängen. Beabsichtigt man Präparate für schwache Vergrösserungen anzufertigen, namentlich wenn die Schnitte nicht sehr dünn sind, so ist es anzurathen, nur wenig zu färben; für starke Vergrösserungen hingegen muss intensiver gefärbt werden.

Oft wollen sich die Präparate mit Karmin nur sehr langsam färben, oder es fehlt die gewünschte scharfe Differenzirung; es sollen nämlich die Achsencylinder und alle Zellen, nervöse und nicht nervöse, alles Bindegewebe und die Epithelien leuchtend roth erscheinen, während das Grundgewebe lichtrosa wird und die Markscheiden nahezu ungefärbt bleiben. In jenen Fällen, in denen dieses Resultat nicht erreicht wird, liegt der Fehler entweder in der vorbereitenden Härtung oder aber in der Färbeflüssigkeit. Namentlich seit mehreren Jahren haben sich die käuflichen Karminsorten derart verschlechtert, dass man genöthigt ist oft viele vergebliche Versuche zu machen, um eine gut färbende Lösung zu erhalten. Aber selbst eine erprobte Färbeflüssigkeit kann plötzlich ihren Dienst versagen, wobei sich gewöhnlich ein hellrother Niederschlag oder ein eigen-

thümlicher Pilzschleim in ihr bildet. Verlässlicher ist das von *Hoyer* angegebene trockene Ammoniakkarmin in etwa $^1/_2$procentiger wässeriger Lösung; dasselbe färbt häufig schon in ganz frischer Lösung recht schön, sicherer wirkt sie aber, wenn man sie längere Zeit (Wochen, Monate) in warmer Temperatur, z. B. am Ofen, stehen lässt.

Das trockene karminsaure Natron ist weniger verlässlich.

Die Actionsfähigkeit des Karmins wird verstärkt, wenn man die zu färbenden Schnitte vorher einige Minuten lang in einer 1procentigen Alaunlösung beizt und sie nach raschem Abspülen in die Färbeflüssigkeit bringt; dabei leidet aber die schöne Differenzirung mitunter ein wenig.

Statt des Ammoniakkarmins wurde zuerst von *Ranvier* Pikrokarmin empfohlen. Gutes Pikrokarmin für die Färbung des Centralnervensystems bereitet *Löwenthal* auf folgende Weise: Man löst in 100 Gramm Wasser 0·05 kaustisches Natron und fügt 0·4 Karmin hinzu, kocht 10 bis 15 Minuten und verdünnt dann die Lösung bis zu 200 Kubikcentimeter. In diese Flüssigkeit giesst man vorsichtig allmählich so viel einer 1procentigen wässerigen Lösung von Pikrinsäure, bis der Niederschlag, welcher sich dabei bildet, eben aufhört sich völlig zu lösen. Man lässt mehrere Stunden stehen und filtrirt dann zwei- bis dreimal durch das nämliche Filter. Nach einigen Wochen oder Monaten wird aber die Lösung häufig trübe.

Ganz hübsche Differenzirungen, ähnlich wie nach Karminfärbung, aber in graublauer Farbe, erhält man, wenn man die Schnitte für 10 bis 20 Minuten in eine $^1/_2$procentige Lösung von in Wasser löslichem Nigrosin (Fabrik *Merk)* bringt.

Alle Schnitte, die man nach einer der bisher angegebenen Methoden gefärbt hat, werden in Wasser gründlich ausgewaschen so lange bis kein Farbstoff mehr ausgezogen wird, und kommen dann in eine Schale mit Alkohol (95 Procent) und hierauf in eine zweite Schale mit der gleichen Flüssigkeit. Hier im Alkohol sollen sie entwässert werden; der hierzu nöthige Zeitraum hängt ganz von der Dicke der Schnitte ab; recht dünne Schnitte sind nach wenigen Minuten genügend entwässert; Nigrosinpräparate verweilen so lange in Alkohol, bis die gewünschte deutliche Differenzirung eingetreten ist. Entwässern in absolutem Alkohol ist bei Präparaten, welche mit Celloidin oder Photoxylin durchtränkt sind, entschieden zu vermeiden, da diese Substanzen durch den absoluten Alkohol erweicht werden.

Nach der Entwässerung müssen die Schnitte aufgehellt werden; hierzu eignet sich am besten das von *Weigert* eingeführte Carbolxylol (1 Theil reine, krystallisirte Carbolsäure, 3 Theile Xylol). Man bringt die Schnitte mittelst einer Schaufel oder auf Papier aus dem Alkohol

in eine Dose mit Carbolxylol und lässt sie hierin so lange, bis sie ganz durchsichtig sind, was meist in wenigen Secunden der Fall ist.

Eine Reihe anderer Aufhellungsmittel ist noch in Gebrauch, so können Origanumöl, Bergamottenöl und Kreosot empfohlen werden; für Präparate ohne Celloidin eignet sich Nelkenöl oder Cedernöl.

Der aufgehellte Schnitt wird direct auf den Objectträger überführt, man saugt das überflüssige Carbolxylol (oder das sonstige Aufhellungsmittel) mittelst Filtrirpapier weg, drückt dann noch eine doppelte Lage davon leicht auf das Präparat und tropft genügend Damarlack oder Canadabalsam auf. Nun kann das Deckglas aufgelegt werden, das Präparat ist fertig.

Schnitte, welche zwischen zwei Papierstückchen liegen, bleiben darin auch im Xylol oder Oel; aus letzterem bringt man sie mittelst der Pincette auf den Objectträger und nun kann man mit einiger Vorsicht leicht das obere Papierblatt abheben. Hierauf ergreift man mit der Pincette das andere Papierblatt und wendet es derart sammt dem Schnitte um, dass dieser auf das Glas zu liegen kommt. Es ist ebenso leicht, dieses zweite Papierstück abzuheben, namentlich wenn man den Ueberschuss an Xylol oder Oel, der noch am Präparate und dem Papier haftet, durch eine mehrfache Lage Filtrirpapier aufsaugen lässt. Die weitere Behandlung des nun frei daliegenden Schnittes mit Damarlack ist die angegebene.

Für die Untersuchung der feineren Structur der Nervenzellen, namentlich wenn es sich um die Erkennung pathologischer Veränderungen handelt, empfiehlt sich die Methode von *Nissl*. Möglichst frische Stücke des Centralnervensystems kommen direct in 95procentigen Alkohol, woselbst sie verbleiben, bis sie schnittfähig geworden sind. Das gehärtete Stückchen wird mit Gummi auf den Kork geklebt, unter Alkohol geschnitten, die Schnitte sammelt man ebenfalls in 95procentigen Alkohol; sie kommen nun in eine Schale mit concentrirter, filtrirter, wässeriger Lösung von Magentaroth (oder auch Dahlia oder Vesuvin); Erhitzen der Schale bis sich ein leichter Dampf zeigt, oberflächliches Abwaschen in 95procentigem Alkohol; dann kommt der Schnitt in Nelkenöl, wo die Hauptentfärbung vorgenommen wird, so lange bis keine grösseren Farbstoffwolken mehr weggehen. Vertreibung des Nelkenöles durch Benzin, Einschluss in Canadabalsam.

Leider sind die Präparate, welche die Structur der Zellen und etwaige Veränderungen derselben schön erkennen lassen, nicht dauerhaft.

Eine Anzahl von Tinctionsmitteln zeigt eine besondere Affinität zu den Kerngebilden: es sind dies die **Kernfärbemittel**.

Eines der besten Kernfärbemittel ist das Alaunhämatoxylin. 5 Gramm Hämatoxylin werden mit 5 Gramm Alaun in 500 Gramm destillirtem Wasser tüchtig gekocht; nach dem Erkalten wird die intensiv burgunderrothe Flüssigkeit filtrirt. Erst nach mehreren Tagen erhält die Lösung, sowie alle anderen Hämatoxylinlösungen ihre Färbekraft und kann nun lange verwendet werden; nur ist es gerathen, etwa sich bildende Niederschläge abzufiltriren. Die Färbung geht meist sehr rasch in wenigen Minuten vor sich, oft so rasch, dass die Lösung stark verdünnt werden muss. Der Schnitt soll, nachdem er gründlich ausgewaschen ist, nur hell graublau sein und unter dem Mikroskope alle Zellkerne (mit Ausnahme der Nervenzellkerne) und etwaige Amyloidkörperchen intensiv blau gefärbt zeigen. Alles Andere soll ganz oder nahezu ungefärbt bleiben. Bei etwaiger Ueberfärbung kann man den Fehler durch sehr verdünnte Salzsäure oft verbessern.

Solche Präparate lassen sich meist sehr hübsch und rasch mit Karmin nachfärben; Tumoren kann man auch mittelst einer 1procentigen wässerigen Lösung von Eosin oder Magdalaroth nachfärben. Die weitere Behandlung — Entwässern und Aufhellen — ist die gleiche wie früher.

Auch andere Hämatoxylinlösungen wirken ähnlich, von denen noch die nach *Ehrlich's* Angaben hergestellte sowohl ihrer Haltbarkeit wegen, als auch deswegen Erwähnung verdient, weil Ueberfärbungen weniger leicht zu Stande kommen: 5 Gramm Hämatoxylin werden in 300 Gramm absoluten Alkohol gelöst, 300 Gramm Glycerin und ebensoviel destillirtes Wasser mit Alaun gesättigt, beide Flüssigkeiten gemischt und 15 bis 25 Gramm Eisessig zugesetzt. Nach einigen Tagen filtrirt man. Auch diese Lösung verträgt noch eine beträchtliche Verdünnung.

Hübsche Kernfärbungen gibt die nach der Angabe von *Csokor* hergestellte Karminlösung. 5 Gramm Cochenille werden gepulvert, mit 5 Gramm Alaun und 500 Gramm Wasser bis auf zwei Drittel des Volumens eingedampft, filtrirt, schliesslich setzt man ein paar Tropfen Carbolsäure zum Schutze gegen Schimmelbildung zu.

Es gibt noch eine grosse Anzahl anderer Kernfärbungsmittel, die alle unter Umständen von Werth sein können, so z. B. wässerige Lösungen von Bismarckbraun (1:300); desgleichen verschiedene Karminlösungen, und zwar: 1. Alaunkarmin von *Grenacher*: 1 bis 5 Gramm Alaun und 0·5 bis 1 Gramm Karmin werden mit 100 Gramm Wasser 10 bis 20 Minuten lang gekocht, dann filtrirt; weitere Behandlung wie oben. 2. Boraxkarmin: 1 bis 2 Gramm Borax und 0·5 bis 0·75 Karmin in 100 Gramm Wasser gekocht; der Lösung wird soviel Essigsäure zugesetzt, bis sie die Farbe der ammoniakalischen Karminlösung

angenommen hat; nach 24 Stunden filtriren. Die Schnitte bleiben 5 bis 30 Minuten in der Flüssigkeit; sie sind anfänglich diffus gefärbt, kommen dann zum Auswaschen direct in Salzsäurealkohol (Alkohol von 70 Procent 100 Theile, Salzsäure 1 Theil) einige Minuten, bis sie differenzirt sind, dann Entwässern und Aufhellen.

Hier kann auch die Safraninfärbung von *Adamkiewicz* eingereiht werden, obwohl sie nicht als reine Kernfärbung bezeichnet werden darf. Die Schnitte werden in Wasser gebracht, das mittelst einiger Tropfen Salpetersäure eine schwach saure Reaction erhalten hat. Nach kurzem Aufenthalte im sauren Bade überträgt man sie in die Farbstofflösung (eine tief burgunderrothe wässerige Lösung von Safranin Nr. 0). Hier können sie lange bis zur Ueberfärbung verbleiben, werden zuerst in gewöhnlichem Alkohol abgespült und kommen hierauf in absoluten Alkohol, der ebenfalls mit Salpetersäure schwach angesäuert ist. Schliesslich lässt man die Schnitte so lange in Nelkenöl, als noch ein röthlicher Farbstoff abgeht. Einschluss in Canadabalsam. Das Nervenmark färbt sich gelbroth oder roth, die Bindegewebskerne erscheinen blauviolett. Degenerirte Partien treten sehr deutlich hervor. Diese Methode ist zwar im Stande sehr schöne und dauernde Präparate zu liefern, doch ist sie keineswegs sicher, namentlich wenn man die Stücke mit Celloidin oder Paraffin durchtränkt hat. Da die oben angegebene Safraninfärbung nicht immer genügend scharf differenzirte Bilder liefert, hat *Nikiforow* folgende etwas complicirtere Methode angegeben: Die Chromsalze dürfen aus dem gehärteten Präparate nicht ausgewaschen werden, daher kommen auch die Schnitte aus dem Alkohol direct in die concentrirte wässerige Safraninlösung, wo sie bis zur Ueberfärbung 24 Stunden verbleiben. Hierauf werden sie in Alkohol durch vorsichtiges Hin- und Herbewegen vom Ueberschuss der Farbe befreit, und, sobald die graue Substanz durch ihre hellere Farbe sich bemerkbar zu machen beginnt, mit einem Glasstab in eine Lösung von Goldchlorid oder Platinchlorid (1:500, respective 1:1000) übertragen. Hier bleiben die Schnitte nur so lange, bis die graue Substanz einen Stich ins Violette bekommt (längeres Verweilen ist schädlich); Abspülen in Wasser, Alkohol bis die graue Substanz rosaviolett, die Marksubstanz roth sind, dann Xylol und Damarlack.

Eine Reihe von Färbungen bezweckt eine Färbung der markhaltigen Nervenfasern, welche man kurzweg als **Markscheidenfärbungen** zu bezeichnen pflegt, obwohl es keineswegs immer die gesammte Markscheide ist, welche sich färbt. Die von *Weigert* zuerst angegebene Färbung mit Säurefuchsin ist ziemlich schwierig und durch die späteren Methoden gegenwärtig vollständig verdrängt worden.

1. Die Hämatoxylinfärbung nach *Weigert*. Die Präparate müssen in Chromsalzlösungen gehärtet sein, können aber dann in Alkohol übertragen und mittelst Celloidin eingebettet werden, dabei sollen sie jedoch nicht in Wasser ausgewaschen werden. Das zu schneidende Stück wird mit Celloidin auf Kork aufgeklebt und in eine Lösung von neutralem essigsauren Kupferoxyd (gesättigte Lösung mit gleichem Volumen Wasser) gebracht; hier bleibt es im Brütofen bei 35 bis 45 Grad 1 bis 2 Tage lang. Schneiden und Auffangen der Schnitte unter Alkohol, Einlegen in die Hämatoxylinlösung:

1 Gramm Hämatoxylin
10 Gramm Alkohol absolut.
90 Gramm destill. Wasser.

Die Flüssigkeit wird tüchtig gekocht und filtrirt; sie erhält aber ihre Färbekraft erst nach 1 bis 2 Wochen. Zusatz einiger Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von Lithium carbonicum zu einer Uhrschale voll Flüssigkeit macht sie gleich verwendbar. Die Hämatoxylinlösung kann auch mit gleichen Theilen Wasser verdünnt werden; schwächere Lösungen färben nicht mehr genügend.

Da Hämatoxylin ziemlich kostspielig ist, so hat *Paneth* vorgeschlagen, eine 1procentige Lösung von dem sehr billigen Blauholzextract zu verwenden, im Uebrigen aber sich an die *Weigert*'schen Vorschriften zu halten; auch der Zusatz von Lithium carbonicum erscheint bei frischen Lösungen nothwendig, doch ist die Blauholzlösung nicht verlässlich. Die gebrauchte Hämatoxylinlösung kann man meistens noch ein zweites Mal verwenden.

Im Hämatoxylin bleiben die Schnitte 2 bis 24 Stunden (Rückenmark kürzer, Hirnrinde länger); sie müssen nun ganz schwarz aussehen, werden in destillirtem Wasser abgespült und kommen in die Entfärbungsflüssigkeit:

2 Gramm Borax
2·5 „ Ferridcyankalium (rothes Blutlaugensalz)
100 „ destill. Wasser.

Hier verweilen die Präparate bis zur deutlichen Differenzirung, welcher Zeitraum zwischen einer Viertelstunde und 24 Stunden schwanken kann. Die markhaltigen Nervenfasern treten dann durch ihre blauschwarze Färbung aus dem gelbbräunlichen Grunde scharf hervor. Oft ist die oben angeführte Entfärbungsflüssigkeit zu intensiv wirkend und man thut gut daran, sie beträchtlich zu verdünnen, für periphere Nerven sogar mit dem 50fachen Volumen Wasser *(Gelpke)*. Hierauf werden sie gründlich ausgewaschen und nach der bekannten Methode (Alkohol - Carbolxylol - Damarlack) fertiggestellt.

Da Schnitte, welche im Kupfer längere Zeit gelegen hatten, sich für die Karminfärbung wenig eignen, man aber häufig auch diese Färbemethode an einzelnen Schnitten anzuwenden wünscht, so ist es anzurathen, schon vor der Kupferbehandlung zu schneiden und nur die für die *Weigert*'sche Färbung bestimmten Schnitte in die Kupferlösung zu bringen, wo sie dann auch ohne Brütofen nicht so lange zu verweilen brauchen, wie die ganzen Stücke; vor dem Einlegen in die Hämatoxylinlösung sollen die Schnitte aber in schwachem Alkohol abgespült werden. In allen Fällen, wo es sich nicht um Färbung der zartesten Fasern handelt, kann man die Kupferlösung ganz entbehren, dann muss aber die Färbung im Brütofen (2 bis 4 Stunden bei 35 bis 45 Grad) vorgenommen werden. Mitunter wollen dickere Schnitte trotz langen Verweilens in der Ferridcyankaliumlösung sich nicht genügend entfärben; man kann da die Entfärbung beschleunigen, wenn man die Präparate für 24 Stunden in Alkohol und dann wieder in die Entfärbungsflüssigkeit bringt.

Diese Färbung misslingt, wenn das von den Markscheiden der Nerven während der Härtung aufgenommene Chromsalz theilweise oder ganz ausgewaschen ist; denn es handelt sich dabei um die Bildung eines Chrom-Hämatoxylin-Alaunlackes. Immerhin lässt sich dieser Fehler wenigstens theilweise dadurch compensiren, dass man die Schnitte für 2 bis 24 Stunden in eine starke Lösung von chromsaurem Kali oder in eine schwache Chromsäurelösung legt, sie dann in ganz schwachem Alkohol rasch abspült und nun erst in das Hämatoxylin überträgt.

Die *Weigert*'sche Markfärbung bedeutet einen der grössten Fortschritte in der Technik der Nervenhistologie; sie, respective ihre alsbald zu besprechenden Modificationen, ist von unschätzbarem Werthe für das Studium des Faserverlaufes im Centralnervensystem, namentlich auch für die Erkennung der successiven Markscheidenentwickelung, sowie der degenerativen Vorgänge.

An Präparaten, welche nach der *Weigert*'schen Methode oder einer ihrer Modificationen behandelt wurden, erscheinen mitunter auch andere Gewebstheile neben den markhaltigen Nervenfasern dunkel gefärbt. In erster Linie ist auf den Gefässinhalt hinzuweisen. So färben sich mitunter die rothen Blutkörperchen, oder aber in anderen Fällen das Plasma zwischen ihnen; diese Färbung betrifft dann oft nur die Gefässe eines bestimmten umschriebenen Bezirkes, z. B. in den tiefsten Hirnrindenschichten. Man kann innerhalb der Gefässe auch Gerinnungsproducte in Form langer, sich intensiv schwarz färbender Fäden antreffen, welche bei oberflächlichster Betrachtung mit Markfasern zu verwechseln wären.

Verkalkungen der Gefässe und Ganglienzellen werden ebenfalls dunkel. In den Ganglienzellen nimmt das Pigment häufig eine dunklere Färbung an. Ueberhaupt scheinen sich nicht alle Ganglienzellen dem Farbstoffe gegenüber gleich zu verhalten; man hat, wie später gezeigt werden soll, daraus die Möglichkeit abzuleiten versucht, Ganglienzellen differenter Function voneinander zu unterscheiden.

Edinger hat auch feinste Nervenfäserchen beschrieben, die in der ganzen Wirbelthierreihe vorkommen sollen, und sich bei der *Weigert*'schen Färbung wie markhaltige Nervenfasern verhalten, ohne aber thatsächlich eine Hülle von Mark zu besitzen. Wirbellose zeigen ähnliche, häufig viel dickere Nervenfasern. Es ist dies ein Beweis, dass es nicht das Nervenmark im eigentlichen Sinne des Wortes ist, welches sich dunkel färbt.

2. Markfärbung nach *Pal*. Die wichtigste Modification der *Weigert*schen Methode wurde von *Pal* angegeben; es ist nothwendig sie hier ausführlicher zu erwähnen, da sie in der That ausgezeichnete Bilder liefert. Bei diesem Verfahren wird nämlich, im Gegensatze zu den *Weigert*'schen Präparaten, das zwischen den markhaltigen Fasern liegende Gewebe **vollständig** entfärbt und kann daher noch beliebig nachgefärbt werden. Härtung in *Müller*'scher Flüssigkeit oder doppeltchromsaurem Kali; war das Stück schon ausgewässert oder grün, so kommen die Schnitte vorerst für einige Stunden in 0·5procentige Chromsäure oder für länger in eine 2- bis 3procentige Lösung von doppeltchromsaurem Kali, dann Ausspülen; die Schnitte bleiben 24 bis 48 Stunden in der *Weigert*'schen Hämatoxylinlösung (pag. 22), nach Bedarf auch noch 1 oder 2 Stunden innerhalb des Brütofens bei 35 bis 45 Grad; tüchtig Auswaschen in Brunnenwasser, hierauf Einlegen in

0·5 Kalium hypermanganicum
200·0 Aqua destillata.

Hier bleiben die Schnitte $^1/_2$ bis 5 Minuten, eventuell auch noch länger; der richtige Zeitpunkt zur Herausnahme ist dann erreicht, wenn sich die graue Substanz durch ihre braune Farbe gegen das übrige schwarze Gewebe deutlich abhebt. Auswaschen in destillirtem Wasser und Einlegen in

1·0 Acidum oxalic. pur.
1·0 Kalium oder Natrium sulfurosum
200·0 Aqua destillata.

Die obige Flüssigkeit muss in einer sehr gut verkorkten Flasche aufbewahrt werden, damit die schweflige Säure nicht entweiche; besser ist es, sich eine 1procentige Lösung von Oxalsäure und eine 1procentige Lösung von Kalium sulfurosum in gesonderten Flaschen

zu bereiten und erst beim Gebrauche beide Flüssigkeiten zu gleichen Theilen zu mischen.

In dieser Flüssigkeit, welche deutlich den stechenden Geruch der schwefligen Säure besitzen muss, bleibt der Schnitt ebenfalls wieder $^1/_2$ bis 3 Minuten, so lange bis alle bräunliche Farbe verschwunden und dafür ein mehr oder minder dunkler blaugrauer Ton durchwegs erhalten ist; gelingt dies nicht, dann war das Präparat zu kurze Zeit im Kalium hypermanganicum gewesen; man kann es aber nach Abspülen in Wasser in letztere Flüssigkeit zurückbringen und so das Versäumte nachholen.

Nach vollständiger Entfärbung muss der Schnitt in destillirtem Wasser recht gut ausgewaschen werden und wird dann in der gewohnten Weise mit Alkohol und Carbolxylol fertiggestellt.

Ein grosser Vortheil der *Pal*'schen Methode besteht aber darin, dass nach vollendeter Markscheidenfärbung noch verschiedene Nachfärbungen mit dem Schnitte vorgenommen werden können. Mittelst Alaunkarmin kann man eine schöne Kernfärbung erzielen; gute, dauerhafte Bilder liefert wohl mitunter Ammoniakkarmin, doch färbt dasselbe *Pal*'sche Präparate immer sehr langsam. Recht hübsch wird auch die Nachfärbung mit (unechtem) Magdalaroth in 0·5 bis 1·0procentiger wässeriger Lösung. Letzteres färbt ziemlich rasch, man muss aber überfärben, da es vom Alkohol und vom Carbolxylol theilweise wieder extrahirt wird. Man kann übrigens die Procedur vereinfachen, wenn man im Carbolxylol ein wenig Magdalaroth löst; in diesem Falle färben sich die Schnitte gleichzeitig mit ihrer Aufhellung. Magdalaroth liefert aber eine weniger beständige Färbung und differenzirt nicht so gut wie Karmin.

Nach der *Pal*'schen Methode erhält man nicht nur die einzelnen Nervenfasern ganz ausnehmend scharf, sondern einzelne Faserzüge charakterisiren sich auch noch durch auffallende Farbennuancen; so heben sich beispielsweise die motorischen Nervenwurzeln im Mittelhirne durch ihre hellere blaue Farbe deutlich hervor.

3. *Flechsig* hat statt der Hämatoxylinfärbung die Rothholzfärbung empfohlen.

	1	Extractum purum von japanischem Rothholz
	10	Alkohol absolut.
	900	Aqua destillata
hierzu	5	Gramm gesättigte Lösung von Natrium sulfuricum
	5	Gramm gesättigte Lösung von Acidum tartaricum.

In dieser Lösung müssen die Schnitte bei einer Temperatur von 35 Grad während 8 Tage bleiben. Die Entfärbung findet ganz nach der Angabe von *Pal* statt.

4. Modification der Markfärbung nach *Kultschitzky*. Härtung durch 1 bis 2 Monate in *Erlitzky*'scher Flüssigkeit, dann Auswaschen des Stückes während mehrerer Tage in fliessendem Wasser.

Einlegen der Schnitte in folgende Lösung: 1 Gramm Hämatoxylin in wenig absolutem Alkohol gelöst mit 100 Gramm einer 2procentigen Essigsäure. Nach mehreren Stunden (bis 24) ist die Dunkelfärbung der Nervenfasern vollendet. Hierauf kommen die Schnitte in 100 Kubikcentimeter gesättigter Lithionlösung, der man zur schnelleren Entfärbung und zur Erzielung eines wärmeren Farbentones etwa 10 Kubikcentimeter einer 1procentigen Lösung von rothem Blutlaugensalz zusetzen kann. Die Entfärbung ist meist in 2 bis 3 Stunden vollendet, kann aber unter Umständen auch länger dauern. Gut auswaschen, entwässern u. s. w. Diese Methode ist recht bequem und liefert meist klare, gute Färbungen.

5. Modification der *Weigert*'schen Hämatoxylinfärbung nach *Vasale*.

Die Schnitte kommen in eine Lösung von 1 Gramm Hämatoxylin in 100 Gramm heissem Wasser; nach 3 bis 5 Minuten rasches Abspülen in destillirtem Wasser und Uebertragen für ebensolange in eine gesättigte Lösung von neutralem essigsauren Kupferoxyd und von dort, nachdem man sie abermals in destillirtem Wasser kurz abgewaschen, in die *Weigert*'sche Ferridcyankaliumlösung (pag. 22) zur Entfärbung.

Diese sehr empfehlenswerthe Methode liefert meist Präparate, welche den nach der *Weigert*'schen Vorschrift gefärbten völlig ebenbürtig sind, sie hat aber den grossen Vortheil für sich, dass die ganze Procedur vereinfacht und in kürzester Zeit durchgeführt wird. Auch bleiben dabei, wie nach der Originalmethode von *Weigert*, die Nervenzellen durch ihre verschieden starke braune Tingirung deutlich sichtbar. — Bei weniger sorgfältiger Behandlung blassen aber die Markfasern bald ab.

Metallimprägnirung der Präparate.

1. **Ueberosmiumsäure** nach *Exner*: Ganz kleine Stückchen (höchstens 1 Kubikcentimeter gross) des Centralnervensystems werden frisch in ein nicht zu geringes Quantum 1procentiger Ueberosmiumsäurelösung gelegt, nach zwei Tagen wird die Lösung gewechselt, bei grösseren Stückchen auch öfter; in 5 bis 10 Tagen sind sie gewöhnlich durchgefärbt, können aber noch länger in der Flüssigkeit liegen bleiben. Dann wird das Präparat abgespült, für einige Secunden in Alkohol gelegt, aufgeklebt, respective eingebettet und geschnitten.

Die Schnitte, welche sehr dünn sein müssen, werden in Glycerin aufgehellt und mit dem noch anhaftenden Glycerin auf einen Objectträger gebracht, auf welchem sich ein Tropfen starken Ammoniakwassers befindet. Man warte mit dem Aufsetzen des Deckglases einige Minuten.

Die Markfasern, auch die feinsten, treten deutlich dunkelgrau hervor. Die Fehler dieser ausgezeichneten Methode sind, dass die Präparate sehr bald schlechter und nach einigen Tagen bereits unbrauchbar werden, sowie dass dieselbe nur auf kleinere Stücke Anwendung finden kann.

2. **Gold.** Zweck der Goldbehandlung ist fast immer die Sichtbarmachung der Achsencylinder. So schön mitunter Goldpräparate werden, so müssen doch alle einschlägigen Methoden als mehr oder minder unsicher bezeichnet werden, wenigstens insoweit es sich um das centrale Nervensystem handelt.

Für unsere Zwecke wäre in erster Linie die Goldfärbung von *Freud* zu nennen, bei welcher allerdings oft auch die Markscheiden gefärbt erscheinen. Härtung in Chromsalzen, Einlegen der Schnitte in eine wässerige 1procentige Lösung von Goldchlorid, die mit dem gleichen Volumen 95procentigen Alkohols versetzt worden ist. Nach vier- bis sechsstündigem Verweilen Abwaschen in destillirtem Wasser, Uebertragen in Natronlauge (1 Theil Natron causticum fusum auf fünf bis sechs Theile Wasser). Nach 2 bis 5 Minuten Herausheben, Abtropfen, Einlegen in 10procentige Jodkaliumlösung; in 5 bis 10 Minuten haben die Präparate die richtige Farbe angenommen, Abwaschen in Wasser, Alkohol u. s. w. Zarte Präparate müssen zur Vermeidung von Quellung und Schrumpfung aus der Jodkaliumlösung gleich auf einem Objectträger ausgebreitet und durch Anlegen von Filtrirpapier ganz entlaugt werden.

Die Bilder, welche diese Methode, die nur etwas mühsam ist, liefert, sind klar und vertragen die stärksten Vergrösserungen. Die Nervenfasern erscheinen schwarz, dunkelblau oder dunkelroth, je nach der Beschaffenheit des Präparates. Auch sind die Präparate dauerhafter als die nach den übrigen Goldmethoden angefertigten.

Die Achsencylinderfärbung soll sicherer gelingen *(Emminghaus)*, wenn man die Präparate vor dem Schneiden in verdünnten Alkohol bringt; aus der Goldlösung sollen die Schnitte nur für einen Augenblick in die Natronlauge kommen, hingegen aber mehrere Stunden im Jodkalium bleiben; das Abwaschen hat sehr gründlich zu geschehen.

Eine Anzahl verschiedener Goldfärbungen wurde noch angegeben, die aber alle mehr oder minder unsicher und häufig sehr complicirt sind.

Gerlach empfiehlt zur Härtung eine 1- bis 2procentige Lösung von doppeltchromsaurem Ammoniak. In dieser Flüssigkeit erreichen kleinere Abschnitte des kindlichen Rückenmarkes, die möglichst frisch eingelegt und bei niederer Temperatur aufbewahrt werden müssen, in 15 bis 20 Tagen den zum Schneiden nöthigen Härtegrad. Die Schnitte kommen für 10 bis 12 Stunden in eine Lösung von 1 Theil Goldchloridkalium auf 10 000 Theile Wasser, welches man mit Salzsäure ganz schwach angesäuert hat; hier sollen sie blasslila werden. Nachdem die Schnitte in 1 Theil Salzsäure : 2000 bis 3000 Theilen Wasser abgewaschen wurden, bringt man sie für 10 Minuten in ein Gemenge von 1000 Theilen 60procentigem Alkohol und 1 Theil Salzsäure, dann in absoluten Alkohol. Aufhellen in Nelkenöl, Einschliessen in Canadabalsam. Die Nervennetze gewinnen erst nach mehreren Stunden ihre volle Schärfe. Leider lässt diese Methode sehr oft in Stich.

Schiefferdecker lässt (nach Härtung in Chromsalzen und später Alkohol) seine Schnitte 1 bis 3 Stunden (bis zur blassvioletten Färbung) in einer Lösung von Goldchlorid (1:5000 bis 10.000 Theilen); dann werden sie in Wasser abgespült und für 24 Stunden in $^1/_2$- bis 1procentige Essigsäure gelegt, gewaschen, entwässert und aufgehellt. Derselbe Autor hat auch Palladiumchlorür (1:10.000) angewendet; nach drei- bis fünfstündigem Verweilen — bis die Schnitte hellbraun sind — werden sie einfach in Wasser gewaschen und fertig montirt.

Ziemlich umständlich sind die Methoden der Goldfärbung, die *Upson* angibt; allerdings liefern sie sehr hübsche Präparate. Schneiden nach Celloidindurchtränkung. Die Schnitte bleiben einige Wochen im Dunklen in 4 Theilen absoluten Alkohol und 1 Theil Glycerin, dann 1 bis 2 Tage Auswässern, ebenso lange in 1 Theil Salpetersäure auf 99 Theile Alkohol (95 Procent); Auswaschen; 1 bis 2 Stunden in 99 Theilen 1procentiger Chlorgoldlösung mit 1 Theil Salpetersäure; 1 bis 2 Stunden Auswässern, dann 10procentige Aetznatronlösung — Auswässern — schweflige Säure 5 Kubikcentimeter, 5 bis 10 Gramm 5procentige Jodtinctur, 1 Tropfen 37procentiger Eisenchloridlösung — hier bleiben die Schnitte kurz, so lange nur, bis sie lebhaft roth sind — Auswässern. Alkohol — Aufhellen — Canadabalsam. Achsencylinder und Ganglienzellen sollen dann lebhaft roth erscheinen. *Upson* kennt verschiedene Modificationen seiner Methode.

3. **Silber- oder Sublimatfärbung** nach *Golgi.* Sorgfältige Härtung in doppeltchromsaurem Kali; um besonders gelungene Präparate zu erhalten, ist es anzurathen, dass die Härtung des Gehirns in folgender Weise vorgenommen wird: Injection einer 2·5procentigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali in die Carotis des eben getödteten

Thieres zur Durchspülung des Gehirns, dann Einlegen kleiner Stücke des Organes in mehrmals gewechselte *Müller*'sche Flüssigkeit 8 bis 10 Tage, hierauf 24 Stunden lang in ein Gemenge von 8 Theilen *Müller*'scher Flüssigkeit und 2 Theilen 1procentiger Ueberosmiumsäurelösung. *Ramon y Cajal* erhielt die besten Präparate, namentlich vom embryonalen Nervensysteme, wenn er in 20 Theilen 3procentiger Lösung vom doppeltchromsauren Kali und 5 Theilen 1procentiger Osmiumlösung ganz kurz (20 bis 30 Stunden) härtete. Die Stücke dürfen höchstens 4 Millimeter gross sein.

Die gehärteten Stücke werden in eine $^1/_2$- bis 1procentige Lösung von Argentum nitricum gelegt, der man nach *Martinotti* zweckmässig 5 bis 10 Procent Glycerin zusetzt; nach einem Tage hat die Reaction bereits begonnen; man kann aber die Einwirkung des Silbers sehr verlängern. Da sich an den peripheren Theilen des Stückes meist dichte Niederschläge von Silber bilden, welche daselbst die Details verhüllen, gibt *Sehrwald* folgende Verbesserung an: Man giesse eine erwärmte Gelatinelösung von 10 Procent (die in der Kälte erstarrt) in ein Papierkästchen, legt das gehärtete Präparat hinein und lässt erkalten; man bringt den ganzen Klotz ins Silber und entfernt nach vollendeter Reaction die Gelatine durch warmes Wasser, dem man Chromsilber in Ueberschuss zugesetzt hat.

Die rothbraungefärbten Stücke können nun aufgeklebt und direct geschnitten werden; Entwässern, Aufhellen; es ist, um Dauerpräparate zu erhalten, nothwendig, dieselben nicht mit einem Deckglase zu bedecken, sondern sie reichlich mit Damarlack zu übergiessen und denselben — gegen Staub geschützt — eintrocknen zu lassen.

Will man die Sublimatimprägnation anwenden, so werden die Stückchen, nachdem sie in doppeltchromsaurem Kali gut gehärtet sind, in eine wässerige Sublimatlösung von 0·25 Procent eingelegt; die Flüssigkeit erneuert man so oft, als sie sich noch gelb färbt; dabei kann die Concentration der Lösung bis 0·5 Procent, selbst 1 Procent gesteigert werden. Nach 8 bis 10 Tagen ist an kleinen Präparaten die Reaction meist schon eingetreten, an grösseren später; doch wird sie um so vollständiger, je länger man die Stücke in der Lösung belässt, was ohne Schaden auch jahrelang der Fall sein darf. Man kann nun aufkleben und schneiden. Die Schnitte brauchen in der Regel nicht besonders dünn zu sein, müssen aber sehr gut ausgewaschen werden, weil sonst nach einigen Wochen zahlreiche stecknadelförmige Sublimatkrystalle zum Vorschein kommen. Die Weiterbehandlung ist die gewöhnliche.

Bei schwacher Vergrösserung erscheinen, wenn man Sublimat gewählt hat, einzelne Nerven und Bindegewebszellen, sowie Binde-

gewebsfasern intensiv schwarz gefärbt; hat man mit Silber imprägnirt, so bleibt die dunkle Färbung auch bei starker Vergrösserung. Diese anscheinende Färbung gewisser Elemente wird fast nur durch einen feinen Niederschlag hervorgerufen, der sich um dieselben herum in feinen Gewebsspalten (Lymphspalten) abgelagert hat (*Rossbach* und *Sehrwald*). Dieser feinkörnige Niederschlag kann möglicherweise durch einen unter dem Deckglase stattfindenden Diffussionsstrom aus den Gewebsspalten weggeschwemmt werden (*Samassa*); daher halten sich solche Präparate besser ohne Deckglas.

Keine andere Methode zeigt die Fortsätze der verschiedenen Zellen mit ihren reichlichen Theilungen und Verästelungen in so schöner und in die Augen springender Weise. Ihr Hauptfehler liegt in ihrer Unzuverlässigkeit, indem beispielsweise an einem Präparate der zehnte Theil aller Nervenzellen (meist aber noch weitaus weniger) und ebenso nur der zehnte Theil aller Bindegewebszellen gefärbt sein kann, während ein anderes Präparat nur sehr reichliche dunkle Bindegewebszellen und fast gar keine Nervenzellen erkennen lässt. Damit ist aber andererseits wieder der Vortheil verbunden, dass die feinen Verästlungen der gefärbten Zellen um so deutlicher hervortreten und nicht in dem dichten Fasergewirre verloren gehen.

Immerhin ist die *Golgi*'sche Silber- oder Sublimatimprägnation als ein wesentlicher Fortschritt der mikroskopischen Technik zu bezeichnen; es darf auch nicht vergessen werden, dass sie uns bei Anwendung der Schnellhärtung von *Ramon y Cajal* (pag. 29) am embryonalen Nervensysteme eine gute Achsencylinderfärbung bietet.

Hübsche Bilder mit der *Golgi*'schen Silberimprägnation wird man nur bei gelungener, vorsichtiger Härtung erhalten; hat man möglichst frische Präparate verwendet und sorgsam gehärtet, dann ist mit Sicherheit ein befriedigendes Resultat zu erwarten. Immerhin darf man aber nie ausser Acht lassen, dass es sich in erster Linie um Niederschläge handelt und dass daher mancherlei Truggestalten unter dem Mikroskope erscheinen können, welche in der Structur des Gewebes nicht begründet sind; so sei vor Allem vor gewissen feinverästigten moosförmigen Figuren gewarnt, die sich sehr leicht bilden und schon wiederholt irrthümlicherweise als Ausdruck bestehender Gewebselemente gedeutet und abgebildet wurden.

Zahlreiche Modificationen und Verbesserungen dieser Methoden, von denen wir einige bereits mitgetheilt haben, sind vorgeschlagen worden.

Eine Verbesserung der Sublimatfärbung hat *Pal* angegeben. Diese Modification, welche in der Nachbehandlung der Schnitte mit einer Lösung von Natriumsulfid (Na_2 S) besteht, macht die Bilder

präciser, auch für stärkere Vergrösserung schwarz. 10 Gramm Aetznatron werden in 1000 Gramm Wasser gelöst; die Hälfte dieses Quantums sättigt man mit Schwefelwasserstoff, vereinigt sie mit der anderen Hälfte und bewahrt die Mischung in einer gut schliessenden Flasche auf. In diese Flüssigkeit werden die Schnitte von den Sublimatpräparaten, nach sorgfältigem Abwaschen, gebracht und bleiben hierin einige Minuten, so lange, bis die anfänglich weissen Flecke schwarz werden. Nachbehandlung wie sonst.

Greppin findet, dass die nach der *Golgi*'schen Silbermethode behandelten Schnitte auch nach Auflegen eines Deckgläschens unveränderlich bleiben, wenn man sie nach dem Schneiden für 30 bis 40 Secunden in eine 10procentige Lösung von Acidum hydrobromatum bringt, bis die ursprünglich gelbbraune Färbung einer weissen Platz gemacht hat; sehr gründliches Auswaschen in Aqua destillata ist hierauf nothwendig. Bringt man solche Präparate für 24 Stunden in eine 0·5procentige Chromsäurelösung und spült sie dann kurz 1 bis 2 Minuten in 70procentigem Alkohol ab, so kann man weiterhin die *Pal*'sche Markscheidenfärbung an ihnen ausführen.

Eine Combination der *Golgi*'schen Sublimatfärbung mit Markscheidenfärbung, welche besonders schöne Bilder liefern soll, hat *Flechsig* angegeben. Sublimatimprägnation wie oben, die Schnitte werden dann in der pag. 25 angegebenen Weise mit Rothholzextract gefärbt, nach *Pal* entfärbt, hierauf übertragen in

1procentige Goldchloridkaliumlösung (5 Tropfen)
absoluter Alkohol (20 Kubikcentimeter),

bis die Sublimatniederschläge tief schwarz geworden sind und die rothen Nervenbündel einen bläulichen Ton angenommen haben. Dann kurzes Auswaschen in

5procentiger Cyankalilösung (1 Tropfen)
Aqua destillata (10 Gramm).

Entwässern, Aufhellen.

Ziehen schlägt eine Färbemethode vor, welche sich enge an die von *Golgi* anschliesst. Kleine kubische Stückchen des Nervensystems kommen möglichst frisch in eine Mischung einer 1procentigen Goldchlorid- und einer 1procentigen Sublimatlösung (zu gleichen Theilen), worin sie drei Wochen bis zu fünf Monaten verbleiben. Hierauf werden die metallischrothbraunen Stücke direct auf Kork aufgeklebt und geschnitten. Die im durchfallenden Lichte blauschwarzen Schnitte werden in mit 4 Theilen Wasser verdünnter *Lugol*'scher Lösung (4 Theile Jod, 6 Theile Jodkalium, 100 Theile Wasser) oder entsprechend verdünnter Jodtinctur differenzirt; je nach der Dauer der Einwirkung des Jod, welche im höchsten Masse bestimmend für die Färbung

ist, erhält man verschiedene Resultate. Auswaschen in absolutem Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam.

Es sollen dann sowohl markhaltige, wie marklose Nervenfasern und auch Nerven- und Ganglienzellen mit ihren Ausläufern blaugrau gefärbt erscheinen; in den Ganglienzellen bleiben Kern und Kernkörperchen deutlich erkennbar. Uebrigens giebt *Ziehen* selbst zu, dass auch dieser Färbungsmethode eine gewisse Launenhaftigkeit nicht abzusprechen sei.

Werden die Stückchen erst in Chromsalzen gehärtet und dann in die Gold-Sublimatlösung gebracht, so soll man Präparate erhalten, die namentlich für das Studium des Zusammenhanges zwischen Zellkörper und Fortsätzen sehr lehrreich sind.

Zeitschrift für wissenschaftl. Mikrosk. I. Bd. 1883 und folgende. *Exner*, Leitfaden bei der mikrosk Untersuchung thierischer Gewebe. II. Aufl. 1878. *Thanhoffer*, Das Mikroskop und seine Anwendung. 1880. *Fol*, Lehrbuch der vergleichenden mikrosk. Anatomie. 1885. *Schenk*, Grundzüge der normalen Histologie. 1885. *Frey*, Das Mikroskop. und die mikrosk. Technik. 8. Aufl. 1886. *Latteux*, Manuel de technique microscopique. 1887. *Lee et Henneguy*, Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscop. 1887, *Gabbini*, Manuale per la tecnica moderna del microsc. Verona 1887. *Orth*, Cursus der normalen Histologie. 5. Aufl. 1888. *Behrens*, *Kossel und Schiefferdecker*, Das Mikróskop u. die Methoden d. mikrosk. Untersuchung. 1889. *Friedländer*, Mikroskopische Technik zum Gebrauche bei medicinischen und pathologisch anatomischen Untersuchungen. 4. Aufl. v. Eberth. 1889. *Rawitz*, Leitfaden für histologische Untersuchungen. Jena 1889. *Davis*, Practical mikroskopy. London 1889. *Ramon y Carjal*, Manual de histologia y de tecnica micrografica. Valencia 1889. *Stöhr*, Lehrbuch der Histologie mit Einschluss der histologischen Technik. 4. Aufl. Jena 1891.

Minor, L., Ueber Schnellhärtung vermittelst des elektr. Stromes. Neurol. Centralbl. 1890. *Gudden*, Ueber ein neues Mikrotom. Arch. für Psych. V. Bd. *Weigert, C.*, Ein neues Tauchmikrotom. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikrosk. II. 1885. *Barett*, Journal of Anatomie and Physiologie. 19. Bd. 1885. *Weigert*, Ueber Schnittserien. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikrosk. II. 1885. *Obregia*, Serienschnitte mit Photoxylin. Neurol. Centralblatt 1890. *Gerlach*, Mikrosk. Studien. pag. 1. 1858. *Obersteiner*, Technische Notiz. Archiv für mikrosk. Anatomie 1878. *Hoyer*, Biolog. Centralblatt. II. Bd. *Nissl*, Ueber die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinde. Bericht der Naturforscherversammlung Strassburg. 1885. p. 506. *Csokor, J.*, Arch. für mikrosp. Anatomie. 18. Bd. *Grenacher*, Arch. für mikrosk. Anatomie. 16. Bd. *Adamkiewicz, A.*, Neue Rückenmarkstinctionen. Wiener Sitzungsber. 89. Bd. *Nikiforow*, Ueber Safraninfärbung. Zeitschrift für Mikroskopie V. 1888. *Weigert, C.*, Centralblatt für die medicinische Wissensch. 1882; ders. Fortschritte der Medicin. 1884/85. *Paneth*, Ueber die Verwendbarkeit des Blauholzextractes. Zeitschrift für Mikrosk. IV, 2. *Pal, J.*, Wiener med. Jahrb. 1886/87. *Flechsig*, Archiv für Anat. und Physiologie. Physiol. Abth. 1889. *Kultschitzky*, Anat. Anzeiger, IV. Bd 1889 und V. Bd. *Schaffer*, Bemerkung zu Kultschizky's Nervenfärbung. Anat Anzeiger 1890. *Vasale*, Rivista sperimentale di freniatria. XV. Bd. 1889. *Freud*, Centralblatt für die med. Wissensch. 1884. *Emminghaus*, Arch. für Psych. 17. Bd. *Gerlach*, Zur Anatomie des menschlichen Rückenmarks. Med. Centralblatt 1867. *Schiefferdecker*, Beitr. zur Kenntniss des Faserverlaufes im Rückenmark. Archiv für mikrosk. Anatomie. X. *Upson*, Journ. of nerv. and ment. diseases. 1889/90. *Golgi*, Sulla fina anatomia degli organi del sistema nervoso. 1886.

Ramon y Cajal, Anatomischer Anzeiger 1890. p. 86. *Sehrwald*, Zeitschrift für wissenschaftl. Mikrosk. VI. Bd. *Rossbach* und *Sehrwald*, Med. Centralblatt 1889. *Samassa*, Zeitschr. für wissenschaftl. Mikrosk. VII. 1. *Greppin*, Archiv für Anat. und Physiol. An. Abth. 1889. Supplement. *Ziehen*, Eine neue Färbungsmethode. Neurol. Centralbl. 1891. *Mercier*, Zeitschr. für wissenschaftl. Mikrosk. VII. 4.

3. Die Untersuchung des Centralnervensystems in nicht vollständig ausgebildetem oder in pathologisch verändertem Zustande.

In diese Gruppe lassen sich fünf Methoden einreihen:

a) In den früheren Perioden des Fötallebens entbehren sämmtliche Nervenfasern noch vollständig der Markscheide, so dass für das unbewaffnete Auge das Centralnervensystem ziemlich gleichmässig röthlichgrau durchscheinend erscheint. In der weiteren Entwickelung erhalten aber nicht alle Nervenfasern gleichzeitig ihre Markhülle, zuerst die peripheren Nerven; später sind manche Faserbündel in den Centralorganen bereits markhaltig, weiss geworden, während benachbarte noch grau erscheinen. *Flechsig* hat in ausführlicher Weise gezeigt, dass die Versorgung mit Mark keineswegs regellos vor sich gehe, sondern dass sie nach ganz bestimmten Gesetzen stattfinde dass also eine genaue Verfolgung des Auftretens der Markbildung wichtige Aufschlüsse über den Bau und Entwickelungsgang der nervösen Centralorgane, über die innere Gliederung des centralen Markes liefern könne. Wir sind durch diese Untersuchungsmethode in die Lage versetzt, einzelne Faserzüge, welche früher (oder eventuell auch später) als ihre Umgebung die Markhülle erlangen, sicher und deutlich herauszuheben und zu verfolgen, während sie am ausgebildeten Organe in dem chaotischen Fasergewirre verschwinden; andererseits können wir häufig durch diese Methode auch darauf geführt werden, dass irgend ein grösseres, anscheinend gleichartiges Nervenbündel aus differenten Unterabtheilungen besteht, welche sich zeitlich verschieden entwickeln und daher auch von ungleicher Function sind. Von besonderer physiologischer Bedeutung ist der Umstand, dass man mit Recht annehmen darf, in den frühest zur vollständigen Ausbildung gelangenden Theilen des Centralnervensystems auch die zuerst in Function tretenden Organe zu erblicken.

Es wäre daher auch wichtig, den verschiedenen Grad der Ausbildung zu beachten, welchen die Nervenzellen in den einzelnen Stadien der Entwickelung, selbst noch im extrauterinen Leben darbieten. Ausführliche Untersuchungen der letztgenannten Verhältnisse sind bisher noch nicht in genügender Breite angestellt worden. *Lenhossèk* macht darauf aufmerksam, dass sich in den centralen Nerven-

zellen in einer gewissen Entwickelungsperiode eigenthümliche Körnchen (Myeloïdkörnchen) bilden, die sich mittelst der *Weigert*'schen Hämatoxylinfärbung dunkel tingiren; ihr vorübergehendes Auftreten scheint zeitlich mit der Markentwickelung in jenen Nervenfasern zusammenzufallen, die von den betreffenden Zellen ihren Ursprung nehmen.

Die *Weigert*'sche Hämatoxylinfärbung mit ihrer Sicherheit und Leichtigkeit der Anwendung hat die Untersuchungen über Markscheidenbildung in den centralen Organen wesentlich gefördert.

Es wird mitunter angenommen, dass eine centrale Nervenfaser, wenn sie auch sehr lang ist (beispielsweise vom Gehirne ununterbrochen bis zum Lendenmarke reicht), in ihrem ganzen Verlaufe nahezu gleichzeitig ihre Markscheide erhält; doch ist dies Gesetz zum mindesten nicht für alle Fasergattungen sicher nachgewiesen, und es erscheint daher bei Anwendung der *Flechsig*'schen Methode jedenfalls gerathen, die Möglichkeit einer zeitlich differenten Markbildung an weit auseinanderliegenden Stellen derselben Nervenfaser offen zu lassen; für gewisse Fasersysteme, z. B. die Pyramidenbahnen, ist es wahrscheinlich, dass die Markscheidenentwickelung an einer langen Faser ihrer Leitungsrichtung entsprechend fortschreite.

Das embryonale Nervensystem eignet sich auch deshalb besonders zu Untersuchungen über den Verlauf feiner Nervenfasern, weil dieselben bei Anwendung der von *Ramon y Cajal* anempfohlenen Schnellhärtung (vgl. pag. 29) die Silberfärbung nach *Golgi* vorzüglich gut annehmen und deutliche Bilder liefern.

b) Aber auch auf eine ganz andere Weise vermag die Embryologie das anatomische Verständniss des Hirnbaues zu fördern. Vergleicht man nämlich die äussere und innere Gestaltung des Gehirns in verschiedenen Entwickelungsperioden, trachtet man namentlich darüber Klarheit zu gewinnen, in welcher Weise sich die einzelnen Organtheile herausbilden, so gelangt man häufig zu sehr wichtigen Aufschlüssen über ihre anatomische Bedeutung. So hat beispielsweise diese Methode gelehrt, dass die Olivenkerne und die benachbarten Zellgruppen morphologisch derselben Embryonalanlage entstammen, wie die Hemisphären des Kleinhirns und Grosshirns *(His)*.

His, Verhandl. der anatom. Gesellsch. Berlin 1889.

c) Wird ein peripherer Nerv in seinem Verlauf durchschnitten, so geht der periphere Stumpf ziemlich rasch zugrunde, er degenerirt. In ähnlicher Weise kann man beobachten, dass, wenn gewisse Theile der centralen Nervenfaserung oder der grauen Substanz durch eine locale Einwirkung, etwa einen Tumor oder eine Blutung, zerstört werden, einzelne Nervenbahnen nach und nach einem Degenerationsprocesse

anheimfallen. Die Gesetze der secundären Degeneration — mit diesem Namen pflegt man die beschriebene Form der Atrophie zu bezeichnen — sind erst theilweise bekannt. Man setzt voraus, ohne aber den unwiderleglichen Beweis dafür liefern zu können, dass jede Nervenfaser von einem Ende her durch Vermittelung einer mit ihr zusammenhängenden Nervenzelle (ihrem trophischen Centrum) ernährt werde; wird das trophische Centrum zerstört oder von der Nervenfaser abgetrennt, so muss diese atrophiren. Durchschneidet man also eine centrale Nervenbahn, so wird der vom trophischen Centrum abgewendete Theil dieses Faserzuges degeneriren. Für viele Nervenbahnen (für alle lässt es sich nicht nachweisen) nimmt man an, dass die Richtung, in welcher die Degeneration von der erkrankten Stelle aus fortschreitet, der physiologischen Leitungsrichtung entspricht. *Rokitansky* hat zuerst (1847) auf diese secundäre Degeneration hingewiesen, und *Türk* bald darnach dieselbe so genau studirt, dass wir ihm einen grossen Theil jener anatomischen Kenntnisse verdanken, die mittelst dieser Methode — wenigstens soweit es das Rückenmark betrifft — zu erwerben waren. Bei allen Zerstörungen, welche z. B. das Rückenmark in seinem ganzen Querschnitte treffen, finden sich immer gewisse Faserzüge, welche constant von dem Orte der Erkrankung cerebralwärts degeneriren, andere wieder, welche ebenso constant von dieser Stelle aus caudalwärts atrophiren; eine dritte Reihe von Nervenbahnen bleibt anscheinend sowohl oberhalb als unterhalb normal. Die ersteren hätten also ihr trophisches Centrum caudalwärts, die zweiten cerebralwärts, bezüglich der dritten Art müsste man folgerichtig annehmen, dass sie von beiden Seiten her ernährt werden können. Allein eine genauere Beobachtung lehrt, dass wenigstens viele dieser letztgenannten Bündel thatsächlich nicht intact bleiben, sondern ein kurzes Stück in einer oder der anderen Richtung degeneriren; sie hätten demnach ihr trophisches Centrum in nächster Nähe und würden also, da sich dieses Verhältniss in den verschiedenen Höhen des Markes gleichbleibt, sogenannte kurze Bahnen darstellen.

An diesem Beispiele ist es ersichtlich, in welcher Weise die secundären Degenerationen Aufschluss über den Faserverlauf im Inneren des Centralnervensystems liefern können; wir sehen aber auch schon aus dem Mitgetheilten, wie vorsichtig man in der Verwerthung der hierher gehörigen Thatsachen sein muss, so lange die näheren Bedingungen dieses Degenerationsvorganges noch nicht vollständig bekannt sind. Auf eine mögliche Fehlerquelle macht auch *Schwalbe* aufmerksam. Es ist nicht ausgeschlossen, dass eine Nervenfaser, welche beiderseits mit einer Ganglienzelle (Fig. 1 *A B*) in Verbindung steht, von beiden her ernährt wird, und zwar könnten diese beiden Zellen

dann ihren nutritiven Einfluss in der Weise ausüben, dass die Wirkung von *A* in der Richtung gegen *B*, die Wirkung von *B* in der Richtung gegen *A* abnimmt. Er meint, dass also in der Mitte bei *i* gewissermassen ein Indifferenzpunkt sich befindet, an welchem die Faser durchschnitten werden kann, ohne dass eine secundäre Degeneration nachfolgt; durchschneidet man aber bei *a*, so würde die Faser von *a* bis *i*, wo die nutritive Wirkung von *B* beginnt, atrophiren und umgekehrt von *b* nach *i* hin. Allein es muss bemerkt werden, dass das Vorhandensein derartig beschränkter trophischer Einflüsse nicht nachgewiesen ist, während wir vielmehr Fälle kennen, wo von einem Centrum aus nahezu durch die ganze Länge des Centralnervensystems hindurch sich diese ernährende Wirkung geltend macht.

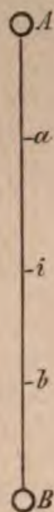


Fig 1. Schema einer von zwei Seiten ernährten Nervenfaser nach *Schwalbe*.

Es werden aber gewiss noch andere Factoren den Gang der secundären Degeneration beeinflussen können, die uns vorderhand noch nicht genügend bekannt sind. Beispielsweise mag darauf hingewiesen werden, dass in der frühen Kindheit, so lange im Centralnervensysteme noch ein lebhafter Entwickelungs- und Fortbildungsprocess dominirt, die secundären Entartungen, den Erfahrungen beim Erwachsenen gegenüber, gewiss häufig eine wesentliche Modification erleiden werden (vgl. *d*). Ueberhaupt dürften die allgemeinen Ernährungsverhältnisse des Nervensystems in erster Linie wohl das zeitliche Eintreten dieser Degeneration, weiterhin aber auch mehr oder minder ihre Form beeinflussen.

Selbstverständlich wird der Effect der gleiche sein, ob die Zerstörung der einzelnen Theile des Nervensystems durch eine Krankheit oder künstlich durch das Messer des Experimentators zu Stande kommt; in letzterem Falle wird man noch den Vortheil haben, die Unterbrechung der nervösen Leitung nach Belieben auf einzelne ganz bestimmte Faserbündel oder auch Zellgruppen beschränken zu können. Darauf beruht die zuerst von *Waller* eingeführte Methode, secundäre Degenerationen, behufs Studium des Faserverlaufes, artificiell zu erzeugen.

Die an Thieren experimentell gewonnenen Thatsachen dürfen aber nicht in ihrer Totalität ohneweiters auf den Menschen übertragen werden.

d) Wesentlich verschieden von der genannten Methode ist jene, welche *Gudden* in die Gehirnanatomie eingeführt hat, und die zur

Kenntniss einer grossen Reihe neuer Thatsachen geführt hat. Allerdings handelt es sich auch hierbei um einen der secundären Degeneration ähnlichen Process, doch werden die Verletzungen des centralen oder peripheren Nervensystems an neugeborenen Thieren (Kaninchen, Hunden, Katzen) ausgeführt. Das Nervensystem befindet sich zu dieser Zeit noch in einem halb embryonalen Zustande, es sind also, da wir es nicht mit einem bereits fertig ausgebildeten Organe zu thun haben, ganz andere Grundbedingungen für die consecutive Degeneration gegeben, welche in diesem Falle sich gewissermassen aus zwei Factoren: einer secundären Atrophie und einer Entwickelungshemmung zusammensetzt.

Eine noch in der Ausbildung, im Wachsthum begriffene Zellgruppe wird sich aber ganz anders den gestörten Leitungsverhältnissen gegenüber verhalten, als wir dies an vollständig entwickelten, lange functionirenden Organen beobachten, die bereits eine gewisse Stabilität der Structur erlangt haben. Daher sehen wir, dass beim neugeborenen Thiere nach Durchschneidung eines motorischen Nerven auch sein centrales Stück atrophirt; diese Atrophie setzt sich sogar von der Faser auf die Ganglienzelle fort, wie dies von *Mayser* ausführlicher studirt wurde.

Ein nicht zu unterschätzender Vortheil dieser Methode ist auch die von *Gudden* hervorgehobene Leichtigkeit, mit welcher der operative Eingriff vorgenommen werden kann. In Folge der noch geringen Entwickelung des Gefühles geschieht es, dass die Thierchen dem Messer und der Schere nur wenig widerstreben und daher auch leicht zu behandeln sind. Die grössere Gerinnbarkeit des Blutes, so dass, auch wenn bedeutende Gefässe verletzt werden müssen, die Blutung meist von selbst und bald steht, ist eine grosse Erleichterung, sowie auch der Umstand, dass die Verwundungen sehr rasch und schnell ohne Eiterung heilen; ein paar Nähte, die dann von selbst wieder ausfallen, genügen. Sogar die geringe Behaarung neugeborener Thiere kommt dem Operateur zu Hilfe. Das operirte Thier wird den Alten, welche für dasselbe in der Regel sorgen, zurückgegeben und zum mindesten 6 bis 8 Wochen, noch besser aber länger am Leben erhalten, hierauf getödtet und das Centralnervensystem nach den bekannten Methoden in Schnitte zerlegt. Wir dürfen von dieser Methode noch die weitgehendsten Aufklärungen über den Hirnbau erwarten. Eine Modification dieser Methode besteht darin, die betreffenden Nerven nicht zu durchschneiden, sondern auszureissen. Die consecutiven Veränderungen erfolgen dann viel rascher; eine directe Schädigung des Nervenkernes durch die Gewalt des Ausreissens ist nicht zu befürchten *(Forel)*.

Weiter ausgeführt und verfeinert wurde diese Methode durch *Mendel*, welcher statt der Nerven die Muskeln zum Angriffspunkte wählte, an neugeborenen Thieren einzelne Muskeln und Muskelgruppen zerstörte und die dadurch bedingten Veränderungen im Centralnervensysteme studirte.

Die Gesetze, nach welchen bei der *Gudden*'schen Operationsmethode und ihren Modificationen die abnormen Verhältnisse im Centralnervensysteme sich herausbilden, sind aber ebenfalls noch nicht genügend festgestellt; dadurch leidet allerdings vorderhand der Werth dieser Methode insoferne ein wenig, als die gewonnenen Resultate mit einiger Vorsicht benützt werden müssen.

Es kann nämlich noch nicht gesagt werden, wie weit die Degeneration (diese Bezeichnung ist eigentlich nicht ganz richtig) fortschreitet; aus zahlreichen Beispielen weiss man z. B. dass nach Zerstörung eines peripheren Nerven beim neugeborenen Thiere jene Ganglienzellen, von denen er seinen Ursprungnimmt, nicht zur Ausbildung gelangen; ob aber dann weitere Bahnen, die von diesen erwähnten Zellen ihren Ausgangspunkt nehmen, und welche von ihnen gleiches Schicksal erleiden, ist noch ganz fraglich. Für die secundäre Degeneration im ausgewachsenen Centralorgane, sei dieselbe nun Folge eines pathologischen Processes oder durch eine künstlich gesetzte Verletzung hervorgerufen, darf man aber annehmen, dass sie an einer Nervenzelle, welche sich in die degenerirende Nervenfaser einschiebt, fast immer Halt macht und nur ausnahmsweise jene auch ergreift und überschreitet.

Gudden, Archiv für Psychiatrie, II. Bd. 1870. Ders. Gräfe's Archiv 25. Bd. 1879. *Mayser*, Archiv für Psychiatrie. VII. 1877. *Forel*, Archiv für Psychiatrie. XVIII. 1887. *Mendel*, Neurologisches Centralblatt 1887, p. 539.

e) Enge an die Beobachtungmethode *c* und *d* schliesst sich die folgende an: Man wartet nach der Exstirpation eines Organes oder Organtheiles (sei es ein peripheres Organ oder ein Hirntheil) nicht die vollendete Entartung ab, sondern macht die noch in Degeneration begriffenen Nervenfaserzüge nach der von *Marchi* und *Algeri* zuerst angegebenen Methode sichtbar.

Das betreffende Hirnstück wird während mindestens 8 Tagen in *Müller*'scher Flüssigkeit gehärtet (längeres Verweilen bis zu 3 Monaten schadet nichts). Hierauf werden möglichst kleine Stückchen davon direct ohne Auswässern in ein Gemisch von 2 Theilen *Müller*-scher Flüssigkeit und 1 Theil 1procentiger Ueberosmiumsäurelösung gebracht und durch 5 bis 8 Tage belassen; hierauf Auswaschen, Alkohol, Celloidin. Die fertigen Schnitte sollen nicht in Canadabalsam oder Damarlack, der in Chloroform gelöst ist, conservirt werden

(Singer und *Münzer)*. Normale Nervenfasern zeigen sich dann in bräunlicher Farbe, während sich die Markscheide degenerirender Fasern durch das Auftreten zahlreicher tiefschwarzer Tröpfchen von verschiedener Grösse bemerkbar macht. Degenerirte Bündel erscheinen ins normale Gewebe scharf eingezeichnet, die bei der *Gudden*'schen Methode unvermeidliche Schrumpfung und Verzerrung fällt hier vollkommen weg *(Perlia)*.

Marchi e Algeri, Sulle degenerazioni discendenti cónsecutive a lesioni della corteccia cerebrale. Rivista sperimentale di fren. XI. 1885. *Singer und Münzer*, Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung. Denkschr. der Wiener Akad. 35 Bd. 1888. *Perlia*, Graefe's Archiv, 35 Bd.

4. Die vergleichend anatomische Methode.

Da wir annehmen müssen, dass die grössere functionelle Leistung eines Organes Hand in Hand geht mit dessen höherer anatomischer Ausbildung, so dürfen wir auch von der comparativ-anatomischen Methode manchen wichtigen Aufschluss erwarten.

Zunächst werden wir die Centralorgane niedrig stehender Thiere untersuchen, in der Hoffnung, dass dieselben eine einfachere und daher auch leichter zu übersehende Organisation darbieten, als der Mensch.

In sehr erfolgreicher Weise hat *Edinger* diese Methode mit der entwickelungsgeschichtlichen combinirt, indem er niedere Wirbelthiere in frühen Entwickelungsstadien untersuchte.

Ferner muss die Thatsache berücksichtigt werden, dass gewisse Functionen und die ihnen dienenden peripheren Organe (seien es Sinnesorgane oder Muskelgruppen) in ziemlich genau bekannter Weise nicht durch die ganze Thierreihe hindurch gleichmässig ausgebildet sind; so ist z. B. der Geruchssinn beim Menschen relativ so schwach entwickelt, wie beim Maulwurf der Gesichtssinn. Es wird uns also in dem gewählten Beispiele die Erwägung, dass auch die den genannten Sinnesgebieten angehörigen Centralorgane eine entsprechend grössere oder geringere Ausbildung aufweisen müssen, bei deren Auffindung und Untersuchung von grossem Nutzen sein.

In ähnlicher Weise können beispielsweise auch Thiere, die stark entwickelte Hinterextremitäten besitzen (Springer), mit Thieren, deren Vorderextremitäten überwiegen (Graber), oder denen nur rudimentäre oder gar keine Extremitäten zu eigen sind (Wale), verglichen werden. Es ist das Verdienst *Meynert's*, diese Art der vergleichenden Untersuchung zuerst in gebührender Weise gewürdigt zu haben. Sehr viele

auffällige Differenzen, welche sich gelegentlich der Vergleichung homologer Abschnitte des Centralnervensystems bei verschiedenen Thieren ergeben, können wir allerdings noch nicht mit uns bekannten functionellen Verschiedenheiten in Einklang bringen.

Edinger L., Vergleichend-entwickelungsgeschichtliche Studien im Bereiche der Gehirnanatomie. Anatom. Anzeiger II. 1888. *Meynert*, Ueber die Bedeutung des zweifachen Rückenmarksursprunges aus dem Grosshirne. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 1869.

5. Die experimentell-physiologische Methode.

Streng genommen könnten jene Untersuchungen auch hierher gerechnet werden, bei welchen zur Erzielung einer secundären Atrophie Theile des Nervensystems einer absichtlichen Verletzung unterzogen werden. Da dieselben aber schon weiter oben besprochen wurden, so genüge es hier, auf sie hingewiesen zu haben. Bei der eigentlichen experimentellen Methode handelt es sich entweder um Erregung oder Lähmung auf irgend einem Gebiete der gesammten Hirn- und Rückenmarksthätigkeit. Reizen wir z. B. eine Stelle des Centralnervensystems und es tritt Bewegung einer bestimmten Muskelgruppe ein, oder exstirpiren wir ein Stück des Organes und es kommt zur Anästhesie eines Sinnes, so glauben wir annehmen zu dürfen, dass durch diese gereizte oder zerstörte Partie die betreffenden motorischen, respective sensorischen Bahnen durchpassiren oder daselbst endigen. Keine Methode muss aber mit mehr Sorgfalt angewendet werden, als eben diese, keine kann leichter zu den verschiedenartigsten Irrthümern Anlass geben.

Sowohl bei Reizungen als bei Zerstörungen kann der Effect nicht so sehr von der zunächst betroffenen Hirnstelle als von einer benachbarten in Mitleidenschaft gezogenen ausgehen, ferner kann die Reizung erfolglos bleiben, wenn sie nicht in der passenden Weise angewendet wird u. s. w. Es ist hier nicht der Ort, auf alle die zahlreichen Fehlerquellen hinzuweisen; es genüge, darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass die Ergebnisse des physiologischen Experimentes erst nach sorgfältiger Prüfung für die Beurtheilung anatomischer Verhältnisse verwendet werden dürfen.

Vielleicht kann auch das Verhalten des extrapolaren Elektrotonus zu anatomischen Zwecken herbeigezogen werden.

In gleicher Weise, wie wir absichtlich erregend oder lähmend auf einzelne Theile des Centralnervensystems einzuwirken vermögen, geschieht dies auch ohne unser Zuthun in Krankheitsfällen. Tumoren, Blutungen, Entzündungen u. s. w., welche auf einzelne Theile des

Organes beschränkt bleiben, können in ähnlicher Art wie die physiologischen Eingriffe zum Studium anatomischer Verhältnisse verwerthet werden; doch ist in diesen Fällen noch weitaus mehr Skepticismus und Vorsicht anzurathen, als nach experimentellen Verletzungen.

Durch die Verwerthung dieser verschiedenen bisher besprochenen Untersuchungsmethoden ist es gelungen, in relativ kurzer Zeit die vor wenigen Jahrzehnten noch mehr als mangelhaften Anschauungen über den inneren Bau der edelsten Organe unseres Körpers wesentlich zu klären; es macht sich aber trotzdem immer das Bedürfniss geltend, neue Methoden aufzufinden, von einer anderen Seite her Licht in jenes Gewirre von Leitungsbahnen zu werfen. Und wie die historische Erfahrung lehrt, hat uns jede neue Methode um einen grossen Schritt weiter vorwärts gebracht; ich erinnere hier beispielsweise an die Namen *Türk, Gerlach, Stilling, Meynert, Flechsig, Gudden, Golgi, Weigert, Edinger;* daher scheint es kein fruchtloses Bestreben zu sein, auch weiterhin die Methodik zu fördern.

Was speciell die Färbung anlangt, so dürfte vielleicht der Versuch, bereits am lebenden Thiere zu färben, oder die Organe zur Färbung vorzubereiten, eine gewisse Aussicht haben, nicht blos ausführbar zu sein, sondern auch brauchbare Resultate zu Tage zu fördern. Bereits hat *Ehrlich* in dieser Richtung den ersten Schritt gethan, indem es ihm gelungen ist, mittelst Methylenblau, das er in das Gefässsystem eines lebenden Thieres injicirte, in erster Linie die Endigungen der centripetal leitenden Nerven, weiterhin auch gewisse centrifugale Nervenenden u. a. — allerdings nur für wenige Minuten — blau zu färben. Beim Frosche genügt auch die Injection in den Rückenlymphsack. Nicht alle Sorten von Methylenblau leisten das Gleiche; am meisten zu empfehlen ist das Präparat mit der Bezeichnung *Bx* aus der badischen Anilin- und Sodafabrik zu Ludwigshafen. Durch Nachbehandlung mit Jodkalium *(Pal)*, Jod-Jodkalium *(Smirnow)* oder durch Einlegen in ein Gemisch von gleichen Theilen einer kalt gesättigten Lösung von pikrinsaurem Ammoniak und Glycerin *(S. Mayer)* können Färbungen von grösserer Haltbarkeit erzielt werden.

Ein besonders dankbares Unternehmen wäre es, bereits intra vitam eine derartige Vorbereitung der Gewebselemente anzustreben, dass die nachfolgenden Behandlungsmethoden, namentlich der Färbung, uns über bisher noch übersehene Structurverhältnisse Aufschluss zu gewähren vermöchten. Auch in dieser Richtung ist durch die oben erwähnten Fixirungsmittel (pag. 9) bereits ein Weg angebahnt worden.

Jede der besprochenen Methoden für sich allein kann einer strengen Kritik nicht Stand halten; das Gleiche mag vielleicht auch für die meisten noch weiterhin zu erwartenden Untersuchungsmethoden gelten. Allein dadurch, dass wir uns jedesmal auf das auf anderem Wege Gewonnene beziehen, und nicht einseitig nur eine einzige Methode als massgebend anerkennen, dürfen wir schliesslich doch eine wahrheitsgetreue Erkenntnis der Nervenbahnen erhoffen.

Ehrlich, Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. Deutsche medicin. Wochenschrift 1886. *Pal,* Bemerkungen zur *Ehrlich*'schen Nervenfärbung. Wiener medicin. Jahrb. 1887. *Smirnow,* Ueber Nervenendknäuel. Anatom. Anzeiger III. 1888. *Mayer Sigm.* Die Methode der Methylenblaufärbung. Zeitschr. für wissenschaftl. Mikrosk. VI. 1889.

ZWEITER ABSCHNITT.

Morphologie des Centralnervensystems.

Um die grob-anatomischen Verhältnisse des Centralnervensystems zu studiren, kann man sich mit Vortheil frischer Präparate bedienen; die Farbennuancen der grauen und weissen Substanz treten an ihnen deutlich zu Tage.

Härtung in Alkohol erleichtert die Untersuchung dadurch, dass die weiche Nervenmasse mehr Resistenzfähigkeit gewinnt und daher gewisse plastisch ausgedrückte Feinheiten des Aufbaues klarer oder wenigstens dauerhafter zur Anschauung gelangen. *Lenhossèk* empfiehlt solche in Alkohol gehärtete Präparate, wenn sie als Demonstrationsobjecte dienen sollen, mit einem vollständigen Ueberzuge aus Celloidin zu versehen; sie können dann bis zwei Stunden an der freien Luft verweilen, ohne Schaden zu nehmen, müssen jedoch dann wieder in den Spiritus zurückgebracht werden. — Da aber an Alkoholpräparaten die für einzelne Theile charakteristische Differenz der Farbe fast vollständig schwindet, so hat man wiederholt Versuche angestellt, durch künstliche Färbung diesem Uebelstande abzuhelfen. — Vollkommen Befriedigendes leistet keine Methode; man kann jedoch immerhin eine Schnittfläche, welche man durch das in Alkohol gehärtete Gehirn gelegt hat, mit einer Lösung von Kali causticum bestreichen; die graue Substanz wird dadurch merklich dunkler. — Einlegen in schwache Lösungen von Anilinfarben, z. B. Fuchsin, Methylviolett und nachheriges Auswaschen, liefert zwar keine haltbaren, aber anfänglich recht deutliche Präparate.

Gehirne, die erst in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali gehärtet worden sind — besonders wenn man sie nach vorhergegangener Auswässerung noch in Alkohol legt — eignen sich sehr gut zur makroskopischen Untersuchung, nicht nur deswegen, weil die graue Substanz sich dann deutlich kenntlich macht, sondern auch weil an allen Schnittflächen des Markes sowohl die Verlaufsrichtung der

Nervenbündel, als auch die Dicke der sie zusammensetzenden Fasern die Färbung modificiren. — Selbstverständlich muss man bei diesen Härtungsmethoden immer trachten, durch Anwendung passend geformter Gläser, sowie durch Unterlagen von Watte, jeden Druck und jede Zerrung des Präparates möglichst zu vermeiden.

Die Farbenunterschiede machen sich am Schnitte besonders gut erkennbar, wenn man das Präparat nach etwa einmonatlicher Härtung in *Müller*'scher Flüssigkeit in Alkohol bringt, dem 1 Procent Salzsäure zugesetzt wurde. Diese Stücke können in Glycerin aufbewahrt werden und behalten dann lange Zeit die charakteristische grüne Färbung (*Ageno* und *Beisso*).

Das Hantiren mit derartig conservirten Präparaten hat aber auch seine Unannehmlichkeiten; der Geruch, sowie die manchen Menschen für die Dauer unerträglichen Dämpfe des verdunstenden Alkohols, die Anätzung der Finger durch das Chromsalz und andere Umstände haben zu den Versuchen geführt, **Trockenpräparate** des Gehirns, wenigstens für das Studium der äusseren Formen, anzufertigen.

Unter den verschiedenen empfohlenen Methoden mögen folgende Erwähnung finden:

Das Gehirn wird zuerst gut gehärtet, und zwar entweder in Alkohol oder in doppeltchromsaurem Kali und Alkohol, oder aber in einer nahezu concentrirten wässerigen Lösung von Chlorzink; in letzterer Flüssigkeit bleibt das Präparat, bis es untersinkt und kommt hierauf in Alkohol, welcher mehreremal zu wechseln ist, für mindestens zwei Wochen. — Wie immer die Härtung vorgenommen wurde, muss das Gehirn aus Alkohol direct in Glycerin übertragen werden, woselbst es so lange zu verbleiben hat, bis es vollkommen mit letzterer Flüssigkeit durchtränkt ist; dies ist bei kleineren Präparaten früher (in circa 14 Tagen), bei grösseren aber nicht vor Ablauf eines Monates der Fall. Hierauf nimmt man das Präparat aus dem Glycerin und lässt es einfach, nachdem das überflüssige abgetropft ist, an der Luft trocknen (*Giacomini*). Wenn man will, kann man das fertige trockene Präparat auch firnissen, wodurch es haltbarer wird. Schliesslich mag man auch die einzelnen Hirnabschnitte mit verschiedenen Farben bemalen.

Ganze menschliche Gehirne härten sich am sichersten in Alkohol oder allenfalls in Chlorzink; in doppeltchromsaurem Kali tritt häufig Fäulniss der centralst gelegenen Partien ein. Sogar schon an kleineren Stücken, z. B. einem menschlichen Hirnstamme, kann es geschehen, dass die innersten Theile, beispielsweise in der Brücke, zu einem weichen Brei zerfliessen; dies macht sich bereits von aussen

durch ein eigenthümlich elastisches Gefühl bemerkbar, wenn man das Präparat ein wenig stärker drückt.

Weit empfehlenswerther ist die Methode von *Schwalbe* zur Herstellung von Trockenpräparaten: Härtung in Chlorzink oder Alkohol, hierauf (nach Chlorzinkhärtung müssen die Präparate in Wasser ausgewaschen werden) Entwässern in starkem Alkohol (96 bis 97 Procent). Aus dem Alkohol kommen die Präparate in Terpentin, worin sie je nach ihrer Grösse bis acht Tage verweilen, und dann in geschmolzenes Paraffin (am besten eine bei 45 bis 50° C. schmelzbare Sorte); hier werden sie im Brütofen bei 50° C. 5 bis 8 Tage hindurch gehalten, damit sie sich völlig durchtränken. Nach dem Herausnehmen aus dem geschmolzenen Paraffin lässt man dasselbe abtropfen und dann das Präparat in möglichst günstiger Lage unter Vermeidung von Deformirung erkalten. Die nach dieser Methode angefertigten Präparate sind äusserst dauerhaft und reinlich; sie machen ganz den Eindruck von Wachsmodellen.

Ageno e Beisso, Del sistema commissurale del cervello. Genova 1881. *Giacomini*, Nuovo processo per la conservazione del cervello. Reale Accad. d. Torino. *Schwalbe*, Ueber die Herstellung von trockenen Hirnpräparaten. Anat. Anzeiger, I. 1887.

Wir werden in allen nachfolgenden Darstellungen die relative Lage der einzelnen Theile zu einander in der Weise bezeichnen, dass wir die Ausdrücke „aussen, innen, oben, unten, vorne und hinten" nur ausnahmweise verwenden, nämlich blos dort, wo ein Irrthum vollkommen ausgeschlossen erscheint und wo entweder ein eingewurzelter Sprachgebrauch nicht gänzlich zu umgehen war (z. B. vordere und hintere Rückenmarkswurzeln), oder wo die Einheit der Diction, die Klarheit der Darstellung es erforderte.

Da wir das Gehirn als eigentliches Centrum annehmen, werden wir also vom Filum terminale des Rückenmarkes gegen das Gehirn „cerebralwärts oder proximalwärts" fortschreiten und umgekehrt vom Gehirn „caudalwärts oder distalwärts" zum Filum terminale gelangen. Die Bezeichnungen dorsal und ventral (für das Rückenmark so viel als posterior und anterior) bedürfen keiner weiteren Erklärung, ebenso die allgemein üblichen Ausdrücke: lateral, medial (der Mittellinie näher) und median (in der Mittellinie gelegen).

Eintheilung des Centralnervensystems.

Man hat an dem gesammten Centralnervensysteme schon seit den ältesten Zeiten zwei Haupttheile unterschieden, von denen der

eine von strangförmig langgestreckter Gestalt als **Rückenmark** bezeichnet wird (Medulla spinalis), während der andere mehr kugelige, massige **Gehirn** (Cerebrum im weiteren Sinne, Encephalon) genannt wird. Da Gehirn und Rückenmark anatomisch nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind, so pflegt man gewöhnlich jenen Abschnitt des Centralnervensystems, der von dem Wirbelcanale umschlossen wird, als Rückenmark zu bezeichnen; eine Schnittebene, welche die gesammte proximale Kante des Atlas in sich fasst, würde also etwa Gehirn und Rückenmark voneinander scheiden.

Das Gesammtgehirn wurde in mannigfacher Weise in weitere Theile zerlegt; am längsten bestand die Eintheilung in Grosshirn (Cerebrum), Kleinhirn (Cerebellum) und verlängertes Mark (Medulla oblongata). Gewöhnlich bezeichnet man als verlängertes Mark jenen Abschnitt des Centralnervensystems, welcher vom proximalen Ende des Rückenmarkes bis zur Brücke reicht, und rechnet letztere dem Kleinhirne zu. Manche aber (wie *Merkel*) wiesen dem verlängerten Marke auch noch die Brücke zu. Was vor der Brücke liegt, gehört dem Grosshirne an.

Am allgemeinsten angenommen, und unseren jetzigen Kenntnissen vorläufig auch am besten entsprechend, ist eine auf entwickelungsgeschichtlichen Anschauungen basirte Eintheilung.

Es ist daher nothwendig, dass wir die **Entwickelung des Centralnervensystems**, wenn auch nur in gröbsten Zügen, kennen lernen.

Die erste Anlage des gesammten Centralnervensystems wird durch die Medullarplatte dargestellt, eine mediane, langgestreckte Verdickung des Hornblattes (Ektoderm). Diese Medullarplatte gestaltet sich zunächst durch zwei parallele Aufwölbungen (Rückenwülste) in eine Rinne (Rückenfurche) um, welche sich durch weiteres Emporsteigen der ersteren im ferneren Laufe der Entwickelung zu einem auch oben geschlossenen Rohre (Medullarrohr) umwandelt. Der hintere, längere Theil dieses Rohres stellt die Anlage des Rückenmarkes dar; der vordere, im Kopftheile des Embryos gelegene Abschnitt des Medullarrohres, der vorne geschlossen erscheint, wird zur Anlage des Gehirns. Ebenfalls aus dem Ektoderm, wahrscheinlich durch Abschnürung von den Rückenwülsten, entwickeln sich die Anlagen der Spinalganglien, welche weiterhin in zwei parallelen Reihen der Dorsalseite des Medullarrohres anliegen.

Im Gehirntheile des Medullarrohres (bei Säugern schon vor dessen vollständigem Verschlusse) machen sich mehrere seichte Einschnürungen bemerkbar, wodurch dieser Theil des embryonalen Nervensystems in anfangs drei, später vier hintereinanderliegende Abschnitte zerfällt (Fig. 2). Dieselben sind vom Kopftheil gegen das Rückenmark zu: das

primäre Vorderhirnbläschen *(Zh)*, das Mittelhirnbläschen *(Mh)*, das vordere *(Hh)* und das hintere *(Nh)* Hinterhirnbläschen. Später stülpt sich aus der vorderen Wand des primären Vorderhirns (embryonale Schlussplatte) ein fünftes Bläschen, das secundäre Vorderhirnbläschen, aus. Letzteres ist anfänglich ebenfalls einfach, wird aber weiterhin durch das Eindringen der primären Falx in sagittaler Richtung gespalten *(SVh)*; die Spalte heisst Mantelspalte *(ms)*.

Es muss hier nachgeholt werden, dass bereits in einer sehr frühen Periode, wenn eben die ersten deutlichen Zeichen einer Differenzirung am Gehirntheile sich bemerkbar machen, von der Unterfläche des Vorderhirns zwei seitliche Ausbuchtungen abzugehen beginnen, welche die Anlage der Augen und des Nervus opticus darstellen, die primären Augenblasen.



Fig. 2. Die Gehirnbläschen. *SVh* secundäres Vorderhirn, *Zh* Zwischenhirn, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Nh* Nachhirn, *ms* Mantelspalte, *FM* Foramen Monroi, *MR* Medullarrohr.

Unter den besprochenen Abtheilungen der Gehirnanlage zeigen bei den höheren Wirbelthieren die secundären Vorderhirnblasen weiterhin das lebhafteste Wachsthum; sie stellen die Anlage der eigentlichen Grosshirnhemisphären dar. —

Diese Differenzirung des ursprünglichen Medullarrohres lässt sich durch die ganze Wirbelthierreihe hindurch nachweisen. Nur bei den Rochen soll es nicht zur Bildung eines secundären Vorderhirns kommen, und auch bei den übrigen Selachiern sich nur eine geringe Anlage desselben finden *(Edinger)*.

Untersucht man nun, aus welchem dieser fünf Gehirnbläschen sich die einzelnen Abschnitte des Gehirns entwickeln, so erhält man folgende Eintheilung:

1. **Secundäre Vorderhirnbläschen** *(SVh)*; sie bilden das Vorderhirn: Hirnmantel mit Balken, Fornix und vordere Commissur, Linsenkern und Schwanzkern.

2. **Primäres Vorderhirnbläschen** *(Zh)*; es bildet das Zwischenhirn: Sehhügel mit dem Trichter, der Sehnervenkreuzung und den Markkügelchen.

3. **Mittelhirnbläschen** *(Mh)* bildet das Mittelhirn: Vierhügel und Grosshirnschenkel.

4. **Vorderes Hinterhirnbläschen** *(Mh)* bildet das Hinterhirn: Kleinhirn mit seinen Armen und die Brücke.

5. **Hinteres Hinterhirnbläschen** *(Nh)* bildet das Nachhirn: verlängertes Mark.

Unter Hirnmantel (Pallium) versteht man mitunter alle Theile des ausgebildeten Gehirns, welche aus dem secundären Vorderhirne entstehen, während man dann die aus den vier übrigen Bläschen sich entwickelnden Gebilde, mit Ausnahme des erst secundär entstehenden Kleinhirns, als Hirnstamm (Caudex) zusammenfasst.

Meist aber rechnet man auch noch den Linsenkern und den Schweifkern zum Hirnstamme, so dass für den Hirnmantel nur die Grosshirnrinde mit der dazu gehörigen Marksubstanz übrig bleibt; allein da man gegenwärtig zu der Anschauung gelangt ist, dass der Schweifkern, sowie der laterale Theil des Linsenkernes als modificirte Hirnrinde aufzufassen seien, kann man sie mit vollem Rechte ebenfalls dem Hirnmantel zuweisen.

Der Zugang, welcher aus dem primären Vorderhirnbläschen jederseits in das secundäre führt, wird späterhin zum Foramen Monroi *(FM)*; die Höhle der Gehirnbläschen bildet die Ventrikel, und zwar:

Die Höhle des secundären Vorderhirns — die Seitenventrikel,
" " " primären " — den dritten Ventrikel,
" " " Mittelhirnes — den Aquaeductus Sylvii,
" " " Hinter- und Nachhirns — die Rautengrube,
" " " Medullarrohres — den Centralcanal.

In diesem Capitel soll nun der gröbere Bau der einzelnen Abschnitte, in welche das Centralnervensystem nach obiger Eintheilung zerfällt, eine kurze Besprechung erfahren.

A. Das Rückenmark.

Das menschliche Rückenmark (Fig. 3 und 4) stellt einen cylindrischen Strang von 40 bis 50 Centimeter Länge dar und reicht bei gestreckter Körperhaltung vom ersten Halswirbel bis zum ersten oder zweiten Lendenwirbel hinab (beim Kinde und noch mehr beim Fötus reicht es tiefer). Wird der Oberkörper stark nach vorne übergebeugt, so trifft das untere (caudale) Rückenmarksende nur mehr den zwölften Brustwirbel. Bei starker Körperflexion konnte *Heger* trotzdem eine Dehnung des Rückenmarkes bis 6·8 Procent constatiren.

An zwei Stellen zeigt das Rückenmark spindelförmige Anschwellungen, und zwar fast ausschliesslich durch Zunahme des queren, frontalen Durchmessers; das erstemal innerhalb der Halswirbelsäule, wo die grösste Ausdehnung in die Breite (an starken Rückenmarken

bis 15 Millimeter in der Gegend des fünften oder sechsten Halswirbels) stattfindet, das anderemal in dem untersten Theile der Brustwirbelsäule; hier erreicht der Querdurchmesser aber nicht mehr als



Fig. 3. Caudaler Theil des Rückenmarkes von der ventralen Seite. Nat. Grösse. Es sind der grösste (caudale) Theil der Lendenanschwellung *(Jl)*, der Conus medullaris *(Cm)* und das Filum terminale *(Ft)* zu sehen. Die vorderen Nervenwurzeln der linken Seite sind wegpräparirt, die der rechten Seite *(Ra)* betheiligten sich an der Bildung der Cauda equina *(Ce)*. *Fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Slv* Sulcus lateralis ventralis. *Fna* Funiculus anterior. *Fnl* Funiculus lateralis.



Fig. 4. Cervicalanschwellung des Rückenmarkes von der dorsalen Seite. Nat. Grösse. Ausser der Cervicalanschwellung *(Jc)* ist noch der sich anschliessende Theil des Dorsalmarkes *(Md)* sichtbar; rechts sind alle hinteren Wurzeln entfernt, links die hintere 6. und 7. Cervicalwurzel *(Rpc 6, Rpc 7)* und die 3. Dorsalwurzel *(Rpd 3)* bis zu den Spinalganglien *(Gsp)* erhalten. *Fslp* Fissura longitudinalis post., *Spd* Sulcus paramedianus dorsalis, *Sld* Sulcus lateralis dorsalis, *Fnp* Funiculus posterior, *Fnl* Funiculus lateralis, *Fng* Funiculus gracilis, *Fnc* Funiculus cuneatus.

höchstens 11 bis 12 Millimeter, der Sagittaldurchmesser nimmt meist nur um 1 bis 2 Millimeter zu. Diese beiden verdickten Stellen werden als Halsanschwellung und Lendenanschwellung (Intumescentia cervicalis und lumbalis) bezeichnet. Die Lendenanschwellung setzt sich

unmittelbar in den Markkegel (Conus medullaris, terminalis, Endzapfen) fort; dieser bildet zwar das untere Ende des Rückenmarkes, geht aber noch in einen bis 25 Centimeter langen dünnen Faden, den Endfaden (Filum terminale), über.

Die Dicke des Rückenmarkes ist nicht ganz geringen individuellen Schwankungen unterworfen; denkt man sich seinen Querschnitt vollkommen kreisförmig, so schwankt der Durchmesser des Rückenmarkes oberhalb der Cervicalanschwellung (Halsmark) bei verschiedenen Personen von 8 bis 11 Millimeter, im Dorsalmarke (Brustmark), d. i. zwischen beiden Anschwellungen, von 6 bis 9 Millimeter.

Flesch hat gezeigt, dass das Rückenmark in seiner Substanz die Vorbedingungen zu mehrfachen Krümmungen besitze, welche zwar im Allgemeinen auch den Krümmungen der Wirbelsäure entsprechen, aber nicht durch letztere allein bedingt sind.

Sowohl an der ventralen wie an der dorsalen Seite des Rückenmarkes zieht, der Mittellinie entsprechend, eine Furche über dasselbe herab, die vordere und hintere (ventrale und dorsale) Längsspalte (Fissura longitudinalis anterior et posterior Fig. 3 und 4 *Fsla, Fslp*). Erstere ist breit und tief, letztere blos oberflächlich; daher ist es auch correcter Sulcus longitudinalis medianus posterior statt Fissura longitudinalis posterior zu sagen. Parallel der dorsalen Längsspalte, 2 bis 3 Millimeter lateral von ihr, entspringen die dorsalen (hinteren) Nervenwurzeln *(Rp)* nahezu in einer einzigen ununterbrochenen Reihe; entfernt man sie, so ist ihre Austrittsstelle noch deutlich durch eine seichte (im Cervicalmarke aber mitunter auch ziemlich tief einschneidende) Furche, hintere, dorsale Seitenfurche (Sulcus lateralis dorsalis, Sillon collateral posterieur), *Sld*, markirt. An der ventralen Seite des Markes entspringen die vorderen, ventralen Wurzelbündel, aber meist mehrere nebeneinander, und nicht in einer einzigen fortlaufenden Reihe. Nach ihrer Entfernung bleibt daher eine sogenannte vordere Seitenfurche (Sulcus lateralis ventralis) häufig nur undeutlich zurück *(Slv)*.

Die Wurzelbündel wenden sich, nach ihrem Austritte aus dem Rückenmarke, nicht blos lateralwärts, sondern auch caudalwärts, und zwar letzteres umsomehr, je näher wir dem caudalen Rückenmarksende kommen; eine Ausnahme machen nur jene Wurzelbündel der oberen Cervicalnerven, welche die caudalsten Bündel der betreffenden Wurzel darstellen und sich daher ein wenig cerebralwärts wenden müssen, sowie die ebenfalls nur im obersten Cervicalmarke zwischen hinteren und vorderen Wurzeln von der Seitenfläche des Rückenmarkes entspringenden Wurzeln des Nervus accessorius Willisii. Vom Lendenmarke angefangen ist die Verlaufs-

richtung der Nervenwurzeln innerhalb des Wirbelcanales bereits mit der Längsachse des Rückenmarkes nahezu parallel, so dass der Conus medullaris und das Filum terminale inmitten eines reichen Bündels von Nervenwurzeln zu liegen kommen, welches wegen der Aehnlichkeit mit einem Pferdeschweife als Cauda equina *(Ce)* bezeichnet wird.

In Folge dieses schiefen Verlaufes der Nervenwurzeln kann man schon an einem ganz kleinen Abschnitte des Markes, wenn er noch die Nervenwurzeln enthält, angeben, welches der proximale und welches der distale Theil sei. Dies wird dann von Wichtigkeit, wenn es sich darum handelt, an einem vorliegenden kurzen Stückchen des Rückenmarkes die linke und die rechte Hälfte voneinander zu unterscheiden, z. B. bei einseitigen Rückenmarkserkrankungen.

Im Halstheile des Rückenmarkes macht sich ferner etwa 1 Millimeter seitlich von der Fissura longitudinalis posterior noch eine weitere, cerebralwärts deutlicher werdende Furche bemerkbar, Sulcus paramedianus dorsalis, *Spd* (Sulcus intermedius posterior).

Da die genannten Furchen alle der Längsrichtung des Rückenmarkes entsprechend verlaufen, wird dieses durch sie in eine Anzahl von parallelen, äusserlich ausgeprägten Längssträngen zerlegt, und zwar sind dies folgende:

1. Vorderstrang, Funiculus anterior, *Fna*, an der ventralen Fläche des Rückenmarkes, von der Fissura longitudinalis ventralis bis zum lateralen Rand der austretenden ventralen Nervenwurzeln.

2. Seitenstrang, Funiculus lateralis, *Fnl*, er legt sich lateralwärts an den Vorderstrang an und reicht dorsalwärts bis zum Sulcus lateralis dorsalis.

3. Hinterstrang, Funiculus posterior, *Fnp*, zwischen Sulcus lateralis dorsalis und Fissura longitudinalis dorsalis. Wo ein Sulcus paramedianus dorsalis ausgeprägt ist, zerfällt der Hinterstrang in eine laterale Hälfte, *Burdach*'scher Strang (Keilstrang, Funiculus cuneatus), *Fnc*, und in eine mediale Hälfte, *Goll*'scher Strang (zarter Strang, Funiculus gracilis) *Fng*.

Man rechnet gewöhnlich jederzeit 31 Spinalnervenwurzelpaare, und zwar 8 Cervical-, 12 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sacralwurzeln und ein Steissbeinnervenpaar; doch kann man meist noch einen oder auch zwei weitere mikroskopische Nervi coccygei am Filum terminale auffinden *(Rauber)*.

Die Form des Rückenmarkes ist bei den meisten Wirbelthieren wie beim Menschen die eines rundlichen Stranges; bei manchen Fischen hat sein Querschnitt mehr die Gestalt eines Dreieckes mit stumpfen Ecken, die Spitze dorsalwärts gerichtet, und bei den Cyclostomen ist

es bandförmig, mit den beiden verschmälerten Seitentheilen etwas ventralwärts gekrümmt. Fast bei allen Wirbelthieren finden sich Anschwellungen, und zwar immer nur dort, wo mächtigere Wurzelmassen abgehen, daher fehlt den Cetaceen die Lendenanschwellung vollständig, bei Schlangen kommen überhaupt keine Anschwellungen vor u. s. w. Bei manchen Wirbelthieren reicht das Rückenmark durch die ganze Länge des Wirbelcanales, so dass es nicht zur Bildung einer Cauda equina kommen kann; bei anderen (Chiropteren, Igel) ist es relativ bedeutend kürzer als beim Menschen und erscheint endlich bei manchen Fischen (Lophius piscatorius, Orthagoriscus mola) auf einen ganz kurzen Anhang des Gehirns reducirt.

Bei den Vögeln ist im Lendentheil eine Erweiterung des Centralcanales vorhanden, welche nicht von nervöser Substanz bedeckt erscheint (Sinus rhomboidalis posterior).

B. Das Gehirn.

1. Das Nachhirn.

Cerebralwärts vom ersten Halswirbel nimmt der Querschnitt des Centralnervensystems rasch zu, namentlich in frontaler Richtung, das Rückenmark gestaltet sich zum **verlängerten Mark (Medulla oblongata)** um; dieses erstreckt sich bis zu den mächtigen Querfasern des Pons (Fig. 5 und 6, *Po*); seine Längenausdehnung beträgt circa 3 Centimeter. An der Oberfläche des verlängerten Markes machen sich mehrere plastisch scharf ausgebildete Details bemerkbar, von denen wir zunächst die Furchen besprechen wollen.

Die Furchen der Medulla oblongata verlaufen alle mehr oder minder in der Längsrichtung dieses Organes und sind zum grossen Theile nichts Anderes, als die directen Fortsetzungen jener Furchen, die wir bereits am Cervicalmarke kennen gelernt haben.

An der ventralen Fläche der Medulla oblongata (Fig. 5) verläuft die Fissura longitudinalis ventralis s. anterior, *Fsla*, bis zum Brückenrande, im distalen Theile des verlängerten Markes anfänglich sehr seicht, weiterhin wieder tiefer, ja zuletzt durch das Uebergreifen von Brückenfasern zu einem blinden Loch, Foramen coecum posterius, *Focp*, vertieft.

Eine mehr oder minder seichte Furche bildet mit der genannten Fissur einen spinalwärts spitzen Winkel und verläuft lateral- und cerebralwärts zum Brückenrande (Sulcus parapyramidalis) *Sppy*. Die am Rückenmark nur schwach oder auch gar nicht erkennbare Furche,

welche den vorderen Wurzelursprüngen entspricht, pflegt an der Medulla oblongata streckenweise deutlicher zu sein (Sulcus lateralis

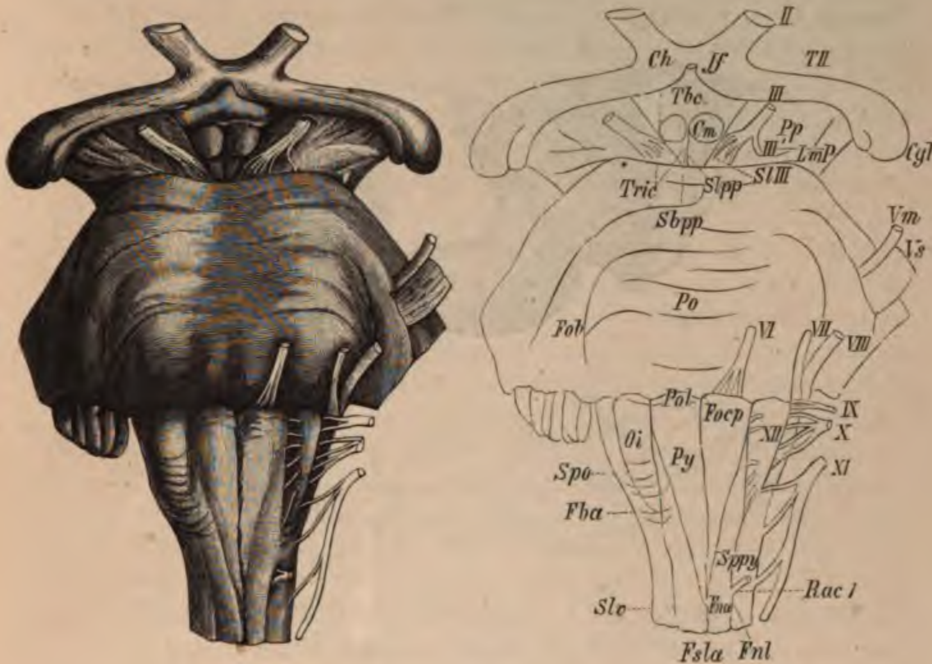


Fig. 5. Die Gehirnbasis bis zum Tractus opticus.

Das Kleinhirn ist nahezu vollständig entfernt; ferner sind das gesammte secundäre Vorderhirn und alle vor dem Tractus opticus befindlichen Theile weggeschnitten, die Nervenwurzeln sind links alle erhalten, rechts zum grossen Theile weggenommen. *II* Nervus opticus, *III* Nervus oculomotorius, *III'* accessorische laterale Oculomotoriuswurzel, *V* Nervus trigeminus, *Vs* sensible, *Vm* motorische Trigeminuswurzel, *VI* Nervus abducens, *VII* Nervus facialis, *VIII* Nervus acusticus, *IX* Nervus glossopharyngeus, *X* Nervus vagus, *XI* Nervus accessorius Willisii, *XII* Nervus hypoglossus, *Cgl* Corpus geniculatum laterale, *Ch* Chiasma nervorum opticorum, *Cm* Corpus mammillare, *Fna* Funiculus anterior, *Fnl* Funiculus lateralis, *Fob* Fasciculus obliquus pontis, *Focp* Foramen coecum posterius, *Fsla* Fissura longitudinalis anterior medullae, *If* Infundibulum, *LmP* Bündel von der Schleife zum Fusse, *Oi* untere Olive, *Po* Pons, *Pp* Pes pedunculi cerebri, *Py* Pyramide, *Rac 1* vordere Wurzel des ersten Cervicalnerven, *Sbpp* Substantia perforata posterior, *Sl III* Sulcus oculomotorii, *Slpp* Sulcus substantiae perforatae post., *Slv* Sulcus lateralis ventralis, *Spo* Sulcus postolivaris, *Sppy* Sulcus parapyramidalis, *TII* Tractus nervi optici, *Tbc* Tuber cinereum, *Tric* Trigonum intercrurale.

ventralis, Sulcus intern. olivae), *Slv*. Doch wird auch sie durch hinüberstreichende Faserbündel hie und da verwischt.

Bereits der dorsalen Fläche der Medulla oblongata (Fig. 6 und 7) gehören an: 1. der Sulcus lateralis dorsalis, *Sld*; 2. der Sulcus paramedianus dorsalis *Spd*, sowie 3. in der Mittellinie die Fissura longitudinalis posterior oder dorsalis, *Fslp*. Die beiden erstgenannten Sulci

Fig. 6. Präparat ähnlich wie Fig. 5, von der linken Seite gesehen. Nat. Grösse. Die Nervenwurzeln sind zum grossen Theile entfernt *II* Nervus opticus, *IV* Nervus trochlearis, *VIII* Nervus acusticus, *Alp* Ala pontis, *Brc* Brachium conjunctivum, *Brqa* vorderer Vierhügelarm, *Brqp* hinterer Vierhügelarm, *Cgl* Corpus geniculatum laterale, *Cgm* Corpus geniculatum mediale, *Ch* Chiasma nervorum opticorum, *Crst* Corpus restiforme, *Fba* Fibrae arcuatae, *Fna* Funiculus anterior, *Fnl* Funiculus lateralis, *Fnp* Funiculus posterior, *Fob* Funiculus obliquus pontis, *Glp* Glandula pinealis, *Lm* Lemniscus, *Oi* untere Olive, *Po* Pons bei *Po* + durchschnitten, *Pp* Pes pedunculi, *Pu* Pulvinar thalami optici, *Py* Pyramide, *Qa* vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *Sld* Sulcus lateralis dorsalis, *Slm* Sulcus lateralis mesencephali, *Slv* Sulcus lateralis ventralis, *Spo* Sulcus postolivaris, *Sgt* Sulcus corp. quadrigem. transversus, *TII* Tractus opticus, *TcR* Tuberculum cinereum Rolandi, *Tpo* Taenia pontis, *Tpt* Tractus peduncularis transversus, *Tho* Thalamus opticus bei *Tho* + abgeschnitten.

wenden sich im cerebralen Theile des verlängerten Markes lateralwärts, und zwar lässt sich der Sulcus dorsalis lateralis bis an die Brücke hin verfolgen, während der Sulcus dorsalis paramedianus bald verschwindet. Die Fissura longitudinalis dorsalis aber endet plötzlich, indem (Fig. 7) die Medulla oblongata auseinanderweicht

(Calamus scriptorius, *Cscr*) und den vierten Ventrikel (die Rautengrube) frei zu Tage treten lässt.

Im proximalen Theile der Medulla oblongata ist endlich eine accessorische, scharf markirte, über 1 Centimeter lange Furche zu erwähnen, welche zwischen Sulcus lateralis ventralis und Sulcus lateralis dorsalis eingeschoben, vom unteren Brückenrand gegen erstere Furche herabsteigt, Sulcus postolivaris (Fig. 5 und 6), *Spo*.

Durch die besprochenen Furchen kommt die charakteristische, allerdings nicht an allen Gehirnen gleich markant hervortretende Reliefgestaltung dieser Gegend zu Stande. Die Vorderstränge des Rückenmarkes werden dadurch, dass sich jederseits der vorderen Längsspalte der spitze Keil der Pyramiden (Fig. 5, *Py*) einschiebt, nach und nach bis zum völligen Verschwinden von der Oberfläche verdrängt. Schiebt man die beiden Pyramiden gewaltsam auseinander, um Einsicht in die Tiefe der Fissura longitudinalis ventralis zu erhalten, so sieht man diese von zahlreichen schief caudalwärts streichenden Bündeln durchzogen, welche der Pyramidenkreuzung angehören. Eine sehr auffällige ellipsoide Erhebung, im Breitendurchmesser 6 bis 7 Millimeter messend, reicht vom unteren (distalen) Brückenrande 12 bis 14 Millimeter weit spinalwärts: die untere Olive (Eminentia olivaris, *Oi*), vom Sulcus ventralis lateralis und vom Sulcus postolivaris begrenzt.

Sowohl das distale Ende der Olive bogenförmig umsäumende, als auch über sie hinwegstreichende, meist nur schwach hervortretende Faserbündel kann man regelmässig beobachten, Fibrae arcuatae sive arciformes *Fba*. Mitunter, namentlich an kindlichen Gehirnen, sieht man lateral von der Olive, nahe ihrem distalen Ende, eine rundliche Erhabenheit, Tuberculum cinereum Rolandi, *TcR*. Längsfaserzüge, welche gelegentlich die Olive an ihrer medialen oder lateralen Seite einsäumen, hat man als Hülsenstränge (Funiculi siliquae) beschrieben.

Jener Theil der Medulla oblongata, der dorsal vom Sulcus lateralis dorsalis bis an den Rand des vierten Ventrikels folgt, wird als Strickkörper (Corpus restiforme, Kleinhirnstiel, unterer Kleinhirnarm Pedunculus cerebelli inferior, Brachium cerebelli ad medullam oblongatam) *Crst* bezeichnet. Bei äusserer Betrachtung scheint der Strickkörper die directe Fortsetzung des Rückenmarkshinterstranges darzustellen; beide Theile des letzteren schwellen in der Gegend des Calamus scriptorius merklich an, namentlich gilt dies vom zarten Strange (Clava, hintere Pyramide *Cl*), weniger vom Keilstrange (Tuberculum cuneatum *Tbc*).

Aus der Medulla oblongata entspringen zahlreiche Nerven. Das Ursprungsgebiet des ersten Cervicalnerven, *Rac* 1, reicht noch ins

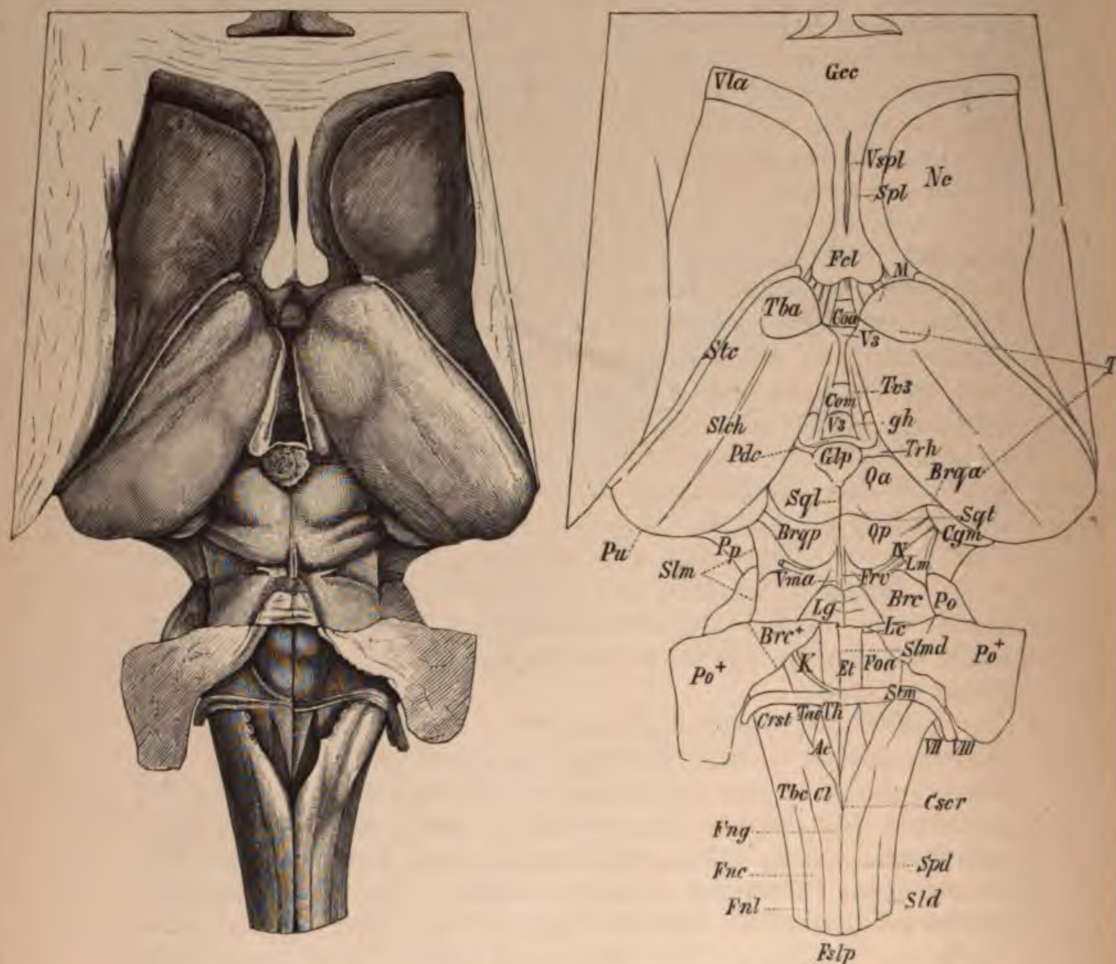


Fig. 7. Nachhirn, Hinterhirn, Mittelhirn und Zwischenhirn von der dorsalen Seite. Nat. Grösse.

Der grösste Theil des secundären Vorderhirns ist durch einen Horizontalschnitt, durch zwei sagittale und einen frontalen Schnitt weggeschnitten. Die Nervenwurzeln sind zum grossen Theile entfernt. *IV* Nervus trochlearis, *VII* Nervus facialis, *VIII* Nervus acusticus, ***Ac*** Ala cinerea, ***Brc*** Bindearm bei ***Brc*** + durchschnitten, ***Brqa*** vorderer Vierhügelarm, ***Brqp*** hinterer Vierhügelarm, ***Cgm*** Corpus geniculatum mediale, ***Cl*** Clava, ***Coa*** Commissura anterior, ***Com*** Commissura mollis, ***Crst*** Corpus restiforme, ***Cscr*** Calamus scriptorius, ***Et*** Eminentia teres, ***Fcl*** Columnae fornicis, ***Fnc*** Funiculus cuneatus, ***Fng*** Funiculus gracilis, ***Fnl*** Funiculus lateralis, ***Foa*** Fovea anterior, ***Frv*** Frenulum veli anterioris, ***Fslp*** Fissura longitudinalis posterior, ***Gcc*** Genu corporis callosi, ***Gh*** Ganglion habenulae, ***Glp*** Glandula pinealis, ***K*** Klangstab, ***Lc*** Locus coeruleus, ***Lg*** Lingula, ***Lm*** Lemniscus, ***M*** Gegend des Foramen Monroi, ***Nc*** Nucleus caudatus, ***Pdc*** Pedunculus conarii, ***Po*** Pons, bei ***Po*** + durchschnitten, ***Pp*** Pes pedunculi, ***Pu*** Pulvinar, ***Qa***

vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *Slch* Sulcus choroideus, *Sld* Sulcus lateralis dorsalis, *Slm* Sulcus lateralis mesencephali, *Slmd* Sulcus medianus ventriculi quarti, *Spd* Sulcus paramedianus dorsalis, *Spl* Septum pellucidum, *Sql* Sulcus corp. quadrigem. longitudinalis, *Sqt* Sulcus corp. quadrigem. transversus, *Stc* Stria cornea, *Stm* Striae medullares acusticae, *Tac* Trigonium acustici, *Tba* Tuberculum anterius Thalami, *Tbc* Tuberculum cuneatum, *Th* Trigonum n. hypoglossi, *Thos* Thalamus opticus, *Trh* Trigonum habenulae, *Tv 3* Taenia ventriculi tertii, *Vla* Vorderhorn des Seitenventrikels, *Vma* Velum medullare anterius, *Vspl* Ventriculus septi pellucidi.

verlängerte Mark hinein. Zwischen Pyramide und Olive, nahezu der ganzen Länge der letzteren entsprechend, treten die Wurzelfasern des N. hypoglossus (Fig. 5, XII) aus, während zwischen Olive und Corpus restiforme ein Theil des N. accessorius Willisii (Fig. 5, XI), der N. vagus (Fig. 5, X) und der N. glossopharyngeus (Fig. 5, IX) in ununterbrochener Reihenfolge erscheinen.

Der grösste Theil des N. accessorius entspringt aus der Seitenfläche des Cervicalmarkes, mitunter bis ins Gebiet des fünften Halsnervenpaares hinab. Jene obersten Accessoriusbündel, die bereits aus der Gegend der Olive stammen, sowie die Wurzeln des N. vagus und des N. glossopharyngeus lassen sich voneinander kaum anders scheiden, als indem man von der Peripherie her, wo sich die Nervenstämme bereits durch ihren Verlauf charakterisiren, die Präparation vornimmt; mit Sicherheit kann man nur die distalsten Wurzelfasern dem N. accessorius, die proximalsten dem N. glossopharyngeus zuweisen, während die mittlersten dem N. vagus angehören werden.

Aus der Furche zwischen Pyramide und unterem Brückenrande drängt sich, 2 Millimeter seitlich der Mittellinie, der N. abducens (Fig. 5, VI), aus mehreren sich rasch vereinigenden Bündeln bestehend, hervor.

Vom Boden des vierten Ventrikels schlingen sich um das Corpus restiforme, genau bevor es sich ins Kleinhirn einsenkt, Nervenbündel herum, Striae medullares (Fig. 7, *Stm*), die sich mit einem anderen aus dem Corpus restiforme selbst hervortretenden Bündel zum N. acusticus (Fig. 5, VIII) vereinigen. Am Seitenrande der Rautengrube findet man unter diesen Bündeln meist eine kleine Anschwellung, welche einem Ursprungsgebiete des N. acusticus (accessorischer Acusticuskern) entspricht und Taeniola oder Fasciola cinerea genannt wird. Medial, ziemlich nahe neben der Acusticuswurzel, tritt aus dem distalen Brückenrande ein weiteres starkes Nervenbündel aus, der N. facialis (Fig. 5. VII). Die Beschreibung des Bodens der Rautengrube wird später erfolgen.

Ueber die Entwickelung des Nachhirns möge hier nur erwähnt sein, dass die Oliven am menschlichen Embryo sich bereits im dritten Monate, früher als die Pyramiden, bemerkbar machen.

Ueber die Decke des Nachhirns, insoweit sie die Gegend der Rautengrube betrifft, wird später gesprochen werden.

Deutlich hervorgewölbte Oliven findet man unter den Thieren nur bei Affen und Cetaceen; bei niederen Affen ist diese Hervorwölbung bereits sehr unbedeutend. Die Pyramiden sind bei keinem Thiere so gross und äusserlich gut ausgeprägt, als beim Menschen.

2. Das Hinterhirn.

Ein mächtiger Querfaserzug, circa 3 Centimeter in sagittaler und 4 Centimeter in frontaler Richtung messend, repräsentirt an der

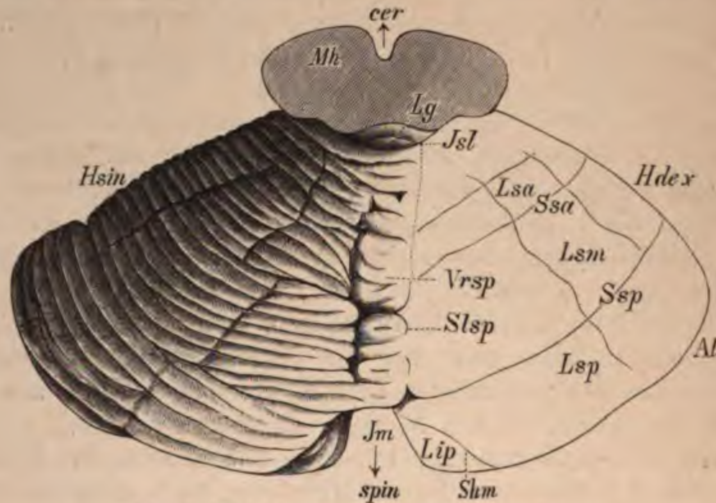


Fig. 8. Kleinhirn, dorsale Ansicht. Nat. Grösse.
Das Mittelhirn (*Mh*) ist hinter den Vierhügeln abgetrennt, *Al* seitlicher Winkel der Hemisphäre, *Hdex* und *Hsin* die beiden Hemisphären des Kleinhirns, *Im* Incisura marsupialis, *Isl* Incisura semilunaris, *Lg* Lingula, *Lsa* Lobus superior anterior, *Lsm* Lobus superior medius, *Lsp* Lobus superior posterior, *Shm* Sulcus horizontalis magnus, *Ssa* Sulcus superior anterior; *Ssp* Sulcus superior posterior, *Vrsp* Oberwurm.

ventralen Seite das Gebiet des Hinterhirns: die Brücke (Pons, *Po*) (Fig. 5 und 6). Die Brückenfasern legen sich lateralwärts zu einem mehr rundlichen, starken Strange, dem Brückenarme (mittlerer Kleinhirnarm, Brachium cerebelli ad pontem), Fig. 6, *Po*+, zusammen, welcher dorsalwärts in die Hauptmasse des Hinterhirns, in das Kleinhirn (Cerebellum) eindringt. Dadurch wird der Ring geschlossen, durch welchen unter dem Boden der Rautengrube die Fortsetzungen der Stränge des Nachhirns cerebralwärts durchpassiren müssen.

Das **Kleinhirn** (Cerebellum), von der dorsalen (oberen) Fläche (Fig. 8) betrachtet, lässt eine tiefe, hintere Einkerbung, Incisura

marsupialis, *Im*, und eine vordere, seichtere, aber breitere, Incisura semilunaris, *Isl*, erkennen. In erstere lagert sich ein Fortsatz der Dura mater, die Falx cerebelli ein, während der halbmondförmige Ausschnitt von Theilen des Mittelhirns *(Mh)* ausgefüllt erscheint. Zwischen beiden Incisuren verläuft in der Medianlinie eine stumpfe Kante, von welcher sich beiderseits, wie vom Firste eines Daches, die oberen Flächen beider Kleinhirnhälften herabsenken.

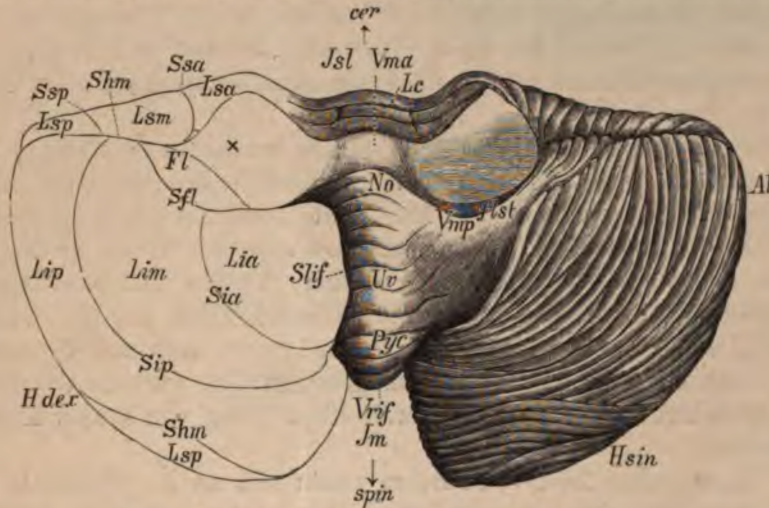


Fig. 9. Kleinhirn von der ventralen Seite. Nat. Grösse.

Die Kleinhirnarme sind bei × durchschnitten, ebenso ist das vordere Marksegel vorne von seiner Verbindung mit dem Mittelhirne abgetrennt. Der Lobus inferior anterior ist an der linken Hemisphäre weggebrochen. *Al* Angulus lateralis, *Fl* Flocculus, *Flst* Pedunculus flocculi, *H* die beiden Hemisphären, *Im* Incisura marsupialis, *Isl* Incisura semilunaris, *Lc* Lobulus centralis, *Lia* Lobus inferior anterior, *Lim* Lobus inferior medius, *Lip* Lobus inferior posterior, *Lsa* Lobus superior anterior, *Lsm* Lobus superior medius, *Lsp* Lobus superior posterior *No* Nodulus, *Pyc*, Pyramis cerebelli, *Sfl* Sulcus flocculi, *Shm* Sulcus horizontalis magnus, *Sia* Sulcus inferior anterior, *Sip* Sulcus inferior posterior, *Slif* Sulcus longitudinalis inferior. *Ssa* Sulcus superior anterior, *Ssp* Sulcus superior posterior, *Uv* Uvula, *Vma* Velum medullare anterius, *Vmp* Velum medullare posterius, *Vrif* Vermis inferior.

Eine meist nicht vollständig ausgebildete Furche, Sulcus longitudinalis superior cerebelli, *Slsp*, jederseits dieses Firstes macht es möglich, den mittelsten höchsten Theil des Kleinhirns als Oberwurm (Vermis superior, *Vrsp*) von den Seitentheilen, den Hemisphären, zu trennen.

Die gesammte dorsale Oberfläche des Kleinhirns erscheint mit grauer Rindensubstanz bedeckt.

Zur Ansicht der ventralen unteren Kleinhirnfläche (Fig. 9) gelangt man erst, wenn man jene mächtigen Markstränge, welche

dasselbe mit den anderen Theilen des Centralorganes in Verbindung setzen und die alsbald beschrieben werden sollen, durchschneidet. An der ventralen Fläche des Kleinhirns fällt zunächst auf, dass der mediale Theil, der Unterwurm (Vermis inferior, *Vrif*), durch zwei sehr tiefe Furchen von den lateral gelegenen Hemisphären scharf geschieden ist, Sulcus longitudinalis inferior, *Slif*; doch ist der Unterwurm ohneweiters nur zum geringeren Theile sichtbar, da die mächtig entwickelten Hemisphären sich über ihn fast bis zur Berührung hinüberwölben, dadurch das Thal (Vallecula) bildend und erst auseinandergedrängt werden müssen, damit die ganze Länge des Unterwurmes frei zu Tage trete.

Der vorderste Theil des Unterwurmes entspricht keineswegs dem vorderen Rande des Kleinhirns, der Incisura semilunaris, wir sehen vielmehr vor ihm eine weisse Markplatte cerebralwärts hinaufragen: das vordere Marksegel (Velum medullare anterius, *Vma*), welche das Dach des vorderen (proximalen, oberen) Theiles der Rautengrube darstellt und an ihrer dorsalen Fläche einen Theil des Oberwurmes trägt. Daraus geht also auch weiterhin hervor, dass der Oberwurm den Unterwurm an Länge merklich übertrifft. Die ventrale Oberfläche des Kleinhirns zeigt nahezu überall einen Belag von grauer Rindensubstanz.

Eine grosse Zahl von **Furchen** macht sich an der Oberfläche des Kleinhirns bemerkbar, wodurch demselben ein ganz charakteristisches Aussehen verliehen wird. Sie sind nicht, wie eine oberflächliche Betrachtung etwa vermuthen liesse, von annähernd gleicher Tiefe. Man muss senkrecht auf den Verlauf der Furchen einschneiden (Fig. 10), um zu sehen, dass manche von ihnen vielmehr tief bis gegen die centrale, weisse Masse des Kleinhirns hinein vordringen (Hauptfurchen) und es dadurch ermöglichen, dieses Organ in einzelne Lappen abzutheilen.

Die Eintheilung des Kleinhirns in Lappen und deren Benennung wird von den einzelnen Autoren in sehr verschiedener Weise vorgenommen. Diese Lappen zerfallen dann durch secundäre Furchen in Läppchen, die ihrerseits wieder primäre und secundäre Randwülste tragen können.

Die wichtigste Hauptfurche ist der Sulcus horizontalis magnus, *Shm*, welcher das Kleinhirn in eine obere und eine untere Hälfte theilt. Diese tiefste und constanteste Furche beginnt vom Brückenarme und zieht erst gegen den seitlichen Winkel des Kleinhirns hinauf, ziemlich parallel der hinteren Kleinhirnkante und ihr ganz nahe an der Unterfläche des Kleinhirns weiter, um nahe der Incisura marsupialis über die genannte Kante hinweg an die obere Fläche

emporzusteigen (Fig. 8), welcher ihr letztes, mediales Stück ein kurze Strecke lang angehört.

An der oberen Fläche verlaufen die zahlreichen Furchen alle als untereinander, mit der hinteren Kante und mit der Incisura semilunaris concentrische Bögen, deren Centrum in der Vierhügelgegend zu suchen wäre. Zwei von diesen Furchen erweisen sich als ziemlich constante Hauptfurchen und theilen die obere oder dorsale Fläche jeder Kleinhirnhemisphäre in drei hintereinandergelegene Abtheilungen. Diese Furchen sind der Sulcus cerebelli superior anterior *(Ssa)* und der Sulcus cerebelli superior posterior *(Ssp)*. Ersterer beginnt am Brückenarm (Fig. 9), zieht bogenförmig über die Hemisphäre hin und geht schliesslich (Fig. 8), den Oberwurm in zwei fast gleich lange Stücke theilend, ununterbrochen in die gleichnamige Furche der anderen Seite über. Die hintere obere Furche beginnt vom Sulcus horizontalis magnus, kurz vor dem lateralen hinteren Winkel des Kleinhirns, und erreicht fast den genannten Sulcus wieder an der Stelle, wo er an den Oberwurm gelangt, ohne sich thatsächlich mit ihm zu vereinigen.

Auch an der Unterfläche der Kleinhirnhemisphären, wo die Regelmässigkeit im Verlaufe der Furchen nur eine theilweise ist, sind in ähnlicher Weise zwei concentrische Hauptfurchen zu erkennen: Sulcus cerebelli inferior anterior et posterior, *Sia* und *Sip*. Eine weitere Hauptfurche geht vom vordersten Ende des Sulcus horizontalis magnus aus, zieht in kurzem, nach vorne offenem Bogen abwärts in den Spalt zwischen Kleinhirn und Medulla oblongata, Sulcus flocculi, *Sfl*. Der Sulcus inferior anterior erreicht nicht, wie der Sulcus inferior posterior, den Sulcus magnus horizontalis, sondern senkt sich in das Anfangsstück des Sulcus flocculi ein.

Auf einem Sagittalschnitte in der Mittellinie (Fig. 10) überblickt man die Verhältnisse der Furchen zum Wurm. Sowohl am Oberwurm wie am Unterwurm sind drei Hauptfurchen zu erkennen, die wegen ihrer Kürze keines Namens bedürfen. Hingegen fehlt meist eine Furche, welche Oberwurm und Unterwurm voneinander trennen würde (als Hauptfurche); man kann etwa dafür jene ziemlich seichte Furche, welche die Fortsetzung des Sulcus horizontalis magnus bildet, ansehen.

Die früher beschriebenen Furchen theilen die Gesammtmasse des Kleinhirns in eine Reihe von **Lappen** und Läppchen, doch sind namentlich an der Unterfläche die Furchen derart variabel, dass hier eine Einigung in der Eintheilung und Bezeichnung nicht erzielt werden konnte.

Die Hemisphären zerfallen:

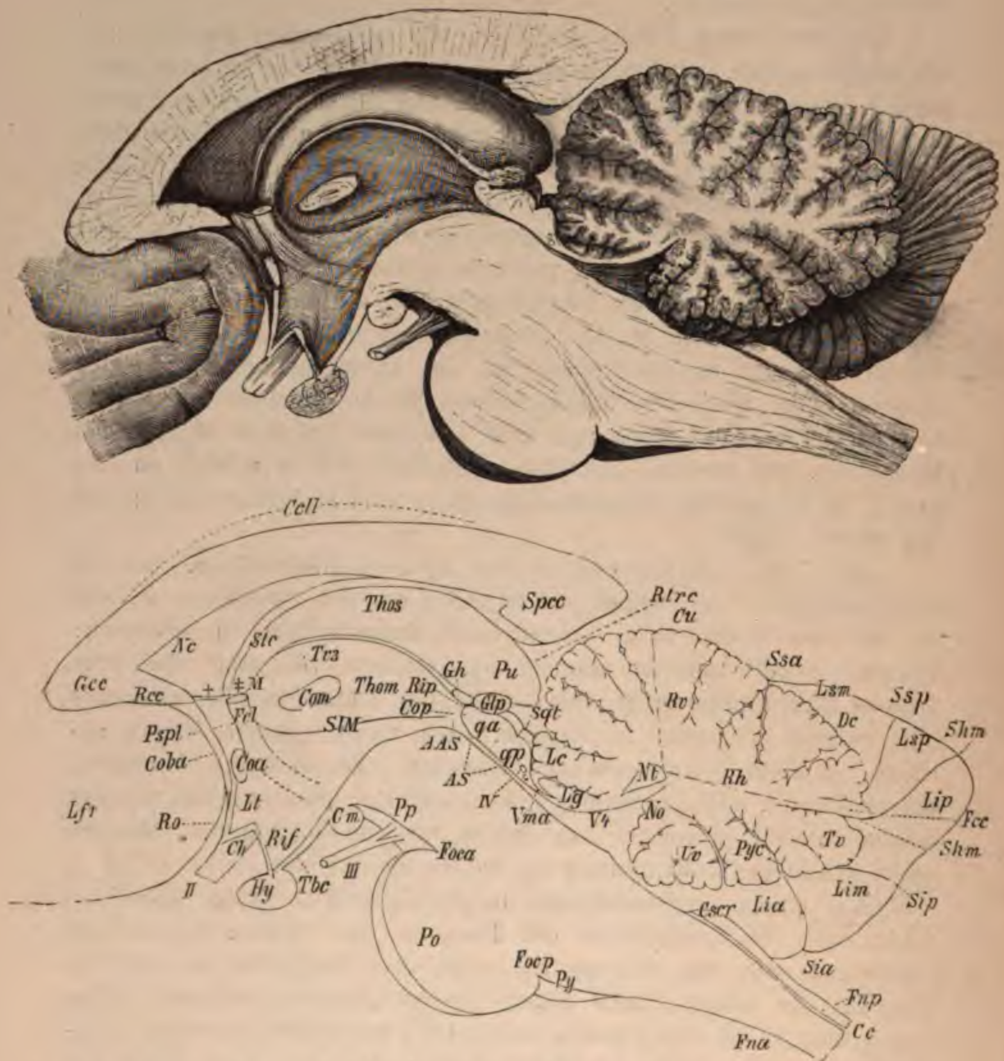


Fig. 10. Sagittalschnitt durch das Gehirn in der Medianlinie, rechte Hälfte. Nat. Grösse. Von den Grosshirnwindungen in der Mantelspalte ist nur ein Theil des Stirnlappens *Lfr* gezeichnet, *II*, Nervus opticus, *III*, Nervus oculomotorius, *AAS*, Aditus ad aquaeductum Sylvii, *AS* Aquaeductus Sylvii, *Cc* Canalis centralis, *Cell* Corp us callosum, *Ch* Chiasma *Cm* Corpus mammillare, *Coa* Commissura anterior, *Coba* Commissura baseos alba, *Com* Commissura mollis, *Cop* Commissura posterior, *Cscr* Calamus scriptorius, *Cu* Culmen, *Dc* Declive, *Fce* Folium cacuminis, *Fcl* Columna fornicis bei + durchgeschnitten, *Fna* Funiculus anterior medullae spinalis, *Fnp* Funiculus posterior medullae spinalis, *Foca* Foramen coecum anterius, *Focp* Foramen coecum posterius, *Gcc* Genu corporis callosi, *Gh* Ganglion habenulae, *Glp* Glandula pinealis, *Hy* Hypophysis, *Lc* Lobulus centralis, *Lg* Lingula, *Lia* Lobus cerebelli inferior anterior, *Lim* Lobus cerebelli inferior medius, *Lip*

Lobus inferior posterior, *Lsm* Lobus cerebelli superior medius, *Lsp* Lobus cerebelli superior posterior, *Lt* Lamina terminalis, *M* Gegend des Foramen Monroi, *Nc* Nucleus caudatus, *No* Nodulus, *Nt* Nucleus tecti, *Po* Pons, *Pp* Pes pedunculi, *Pspl* Pedunculus septi pellucidi bei + durchschnitten, *Pu* Pulvinar thalami optici, *Pyc* Pyramis cerebelli, *qa* Corpus quadrigeminum anterius, *qp* Corpus quadrigeminum posterius, *Rcc* Rostrum corporis callosi, *Rh* Ramus medullaris cerebelli horizontalis, *Rif* Recessus Infundibuli, *Rip* Recessus infrapinealis, *Ro* Recessus opticus, *Rtrc* Rima transversa cerebri, *Rv* Ramus medullaris cerebelli verticalis, *Shm* Sulcus horizontalis magnus, *Sia* Sulcus cerebelli inferior anterior, *Sip* Sulcus cerebelli inferior posterior, *SlM* Sulcus Monroi, *Spcc* Splenium corporis callosi, *Sqt* Sulcus corpor. quadrigemin. transversus, *Ssa* Sulcus cerebelli sup. ant., *Ssp* Sulcus cerebelli sup post., *Stc* Stria cornea, *Tbc* Tuber cinereum, *Thom* mediane Fläche des Thalamus opticus, *Thos* obere Fläche des Thalamus opticus, *Tv* Tuber valvulae, *Tv3* Taenia ventriculi tertii, *Uv* Uvula, *Vma* Velum medullare anterius, *V4* Vierter Ventrikel.

Oben:

In den oberen vorderen Lappen, *Lsa*, Lob. lunatus ant. } L. quadrangul.
oberen mittleren „ *Lsm*, Lob. lunatus post. }
oberen hinteren „ *Lsp*, Lob. semilunaris superior.

Unten:

In den unteren hinteren Lappen, *Lip*, Lob. semilunaris inferior.
unteren mittleren „ *Lim*, { Lob. gracilis. / Lob. cuneiform., biventer.
unteren vorderen „ *Lia*, Amygdala, Tonsilla, Mandel.

Die drei oberen Lappen, sowie die beiden erstgenannten unteren Lappen haben ausgesprochen halbmondförmige Gestalt; nur der untere vordere Lappen, die Mandel, welcher sich gegen die Mittellinie vorschiebt, den der anderen Seite fast erreicht und dadurch den Unterwurm verdeckt, hat eine complicirtere Form. Er drängt sich an die Medulla oblongata heran und bildet mit dem der anderen Seite für deren dorsalen Theil eine ziemlich eng anliegende, rinnenförmige Kapsel. Endlich trennt der Sulcus flocculi noch einen zwar kleinen, aber sehr auffälligen und constanten Lappen ab, der am Eingange des Sulcus horizontalis magnus am Brückenarme sitzt, die Flocke, Flocculus, Lobulus vagi *(Fl)*. Kleine accessorische Läppchen, welche neben dem Flocculus dem Brückenarme direct aufsitzen, werden als Nebenflocke, Flocculus accessorius, bezeichnet.

Als Theile des **Wurmes** haben wir von oben vorne nach hinten und wieder unten zurück nach vorne (Fig. 10):

1. Die Lingula, *Lg*, ein zungenförmiges, sehr kleines Läppchen, welches aus fünf bis acht queren Randwülsten besteht, die dem vorderen Marksegel, *Vma*, aufsitzen und in der Regel in der Medianlinie eine sagittale Furche zeigen. Mitunter ist die untere Fläche der Lingula ebenfalls eine Strecke weit frei und trägt dann mehrere Querwülste. Die Lingula geht jederseits seitlich in ein schmales

Blättchen über, welches einen verkümmerten Hemisphärenantheil darstellt, Zungenbändchen (Frenulum lingulae).

2. Das Centralläppchen, *Lc,* entspricht einem einzigen Markästchen (dem vordersten) und reicht mit seiner vorderen Spitze bis an die hinteren Vierhügel heran. Auch diesem Wurmtheil kommt ein unbedeutender Hemisphärenantheil zu, Flügel des Centralläppchens (Ala lobuli centralis).

3. Oberer Wurmlappen (Monticulus, Berg), welcher weitaus den grössten Theil des Oberwurmes umfasst und in zwei Abschnitte zerfällt: *a)* Culmen (Gipfel), *Cu,* bis zur Verbindung der beiderseitigen Sulci superiores anteriores, *Ssa; b)* Declive (hinterer Abhang), *Dc,* bis zum Sulcus superior posterior, *Ssp.* Sowohl dem Oberwurm als dem Unterwurm gehört

4. der hintere Lappen des Wurmes an. Auch er zerfällt in zwei Abschnitte: *a)* das ganz schmale Wipfelblatt (Folium cacuminis) *Fcc,* ein einfaches Läppchen zwischen Sulcus superior posterior und Sulcus horizontalis magnus, und *b)* der Klappenwulst (Tuber valvulae, *Tv*).

5. Als Pyramiden, (Pyramis cerebelli, *Pyc*), bezeichnet man den nun folgenden Theil des Unterwurmes, der hinter der Mandel seine grösste Breite erreicht (fünf bis acht freie Querwindungen).

6. Der schmälere Theil des Unterwurmes, der sich vorne an die Pyramiden anschliesst, hat die Gestalt eines steilen Dachfirstes; er wird von den beiden Tonsillen, welche sich herandrängen, in diese Form gepresst und heisst wegen seiner Lage zwischen den Mandeln das Zäpfchen (Uvula, *Uv*); es besitzt sechs bis zehn freie, quere Windungen.

7. Vor dem Zäpfchen finden wir endlich das kleine Knötchen, Nodulus, *No.*

Eine vollständige Symmetrie der Furchen und Windungen beider Kleinhirnhemisphären darf selbstverständlich nicht erwartet werden. Auffällige Abweichungen im Verlaufe der besprochenen Furchen und Windungen, Windungsanomalien, sind am Kleinhirne äusserst selten. Erwähnung verdient blos jene Bildung, die als Lobus medianus cerebelli beschrieben wird. An Stelle der beiden parallelen Sulci longitudinales superiores findet sich jederseits ein Sulcus, der, von der Incisura marsupialis ausgehend, mit dem der anderen Seiten divergirend, nach vorne zieht, so dass der Oberwurm die Gestalt eines Dreieckes mit vorderer Basis gewinnt, und damit wesentlich grösser wird als unter normalen Verhältnissen. Diese Abnormität soll zwar angeblich bei Verbrechern und Geisteskranken besonders häufig sein *(Lombroso, Flesch),* findet sich aber auch bei anderen Individuen.

Die **centrale Marksubstanz** des Kleinhirns besteht aus den beiden etwa eiförmigen Markkernen der Hemisphären, welche an ihrer

medialen Seite, näher nach vorne und oben durch den Markkern des Wurmes — gewissermassen einem Verbindungsbande — miteinander zusammenhängen. Im grossen Ganzen ist die Form des Markkernes eine Verkleinerung der Gesammtform des Kleinhirns, wobei aber die Markmasse des Wurmes stark an Grösse zurücktritt.

Von dem markweissen Centrum gehen zwischen den beschriebenen Hauptfurchen entsprechende Hauptäste gegen die Peripherie ab, welche dadurch, dass sie sich wiederholt theilen, in die Läppchen und deren letzte Unterabtheilungen eintreten. Eine besondere Beschreibung dieser Markäste erscheint nach dem bisher über Furchen und Lappen Gesagten überflüssig. Es mögen nur die Markäste des Wurmes, wie sie sich auf Fig. 10 repräsentiren, kurz erwähnt sein. Die centrale Markmasse des Wurmes (die man auch mit dem zu Verwechslungen Veranlassung gebenden Namen Corpus trapezoides bezeichnet hat) entsendet zwei besonders auffallende Aeste, von denen einer, der verticale Ast, *Rv*, aufwärts steigt und für den oberen Wurmlappen bestimmt ist, während der horizontale, *Rh*, direct nach hinten gerichtet ist und zunächst die centrale Markmasse des hinteren Wurmlappens darstellt, aber gleich nach seinem Ursprunge auch einen mächtigen Zweig abwärts in die Pyramide entsendet. Vor dem verticalen Aste geht ein weniger bedeutender Ast in das Centralläppchen, vor dem horizontalen Aste einer in die Uvula. Noch kleiner ist das von der Unterseite des Markkernes ausgehende Aestchen für den Nodulus, und am allerkleinsten die dem Velum medullare anterius aufliegende Marklamelle für die Lingula. — Die Gesammtheit der Markäste des Wurmes, wie sie sich am Medianschnitte darstellen, sammt ihrem Rindenbelage, bezeichnet man auch als Lebensbaum (Arbor vitae).

Als besonderes, dem eigentlichen Kleinhirne nicht mehr zuzurechnendes Blatt, das vielmehr einen Rest der embryonalen Decke des vierten Ventrikels darstellt, muss das hintere Marksegel angesehen werden (Velum medullare posterius Tarini, Valvula semilunaris, *Vmp*). Um dasselbe zur Ansicht zu bringen, schneide man die Medulla oblongata knapp am unteren Brückenrande ab und breche dann die beiden Tonsillen des Kleinhirns weg (Fig. 9 auf der linken Seite, im Bilde rechts). Man sieht nun, dass sie mit ihrer oberen Fläche in eine halbkugelige Vertiefung eingebettet waren, deren Grund nicht der Markkern des Kleinhirns, sondern ein durchscheinendes zartes Häutchen bildet. Jederseits geht es von Uvula und Nodulus als ein halbmondförmiges Markblatt aus (am ehesten mit den Semilunarklappen der Aorta zu vergleichen), das mit seinem convexen, hinteren Rande ans Kleinhirn angewachsen ist, mit dem freien Rande

nach vorne, cerebralwärts, sieht; lateralwärts setzt sich der freie Rand des hinteren Marksegels in ein Nervenbündel fort, das bis zum Flocculus hin verfolgt werden kann, *Flst* (Flockenstiel).

Auch im Inneren des Markkernes ist graue Substanz vorhanden; schneidet man eine Hemisphäre horizontal durch, also etwa, indem man sich an den Sulcus magnus horizontalis hält, oder führt man einen senkrechten, aber schief nach hinten und aussen fallenden Schnitt von der Incisura semilunaris aus, so trifft man immer auf ein gezacktes, graues, schmales Band, das Corpus dentatum cerebelli.

Das Corpus dentatum, *Ndt*, Fig. 11 (Nucleus denticulatus, fimbriatus, lenticulatus, Corpus ciliare, rhomboideum, gezahnter Kern), ist eigentlich ein gefalteter Sack grauer Substanz, dessen Oeffnung cerebral- und medianwärts und ein wenig ventralwärts sieht; es ist in der medialen Hälfte des Hemisphärenmarkes, und theilweise so nahe dem Ventrikeldache gelegen, dass es dort nur durch eine ganz dünne Schichte weisser Substanz vom Ventrikel getrennt wird. Der längste Durchmesser des Corpus dentatum in schief sagitaler Richtung (cerebralwärts mit dem der anderen Seite convergirend) beträgt circa 2 Centimeter. — Nicht in seiner grössten Ausdehnung trifft man das Corpus dentatum am Frontalschnitte.

Ein Horizontal- oder Frontalschnitt, welcher mitten durch den Markkern des Wurmes geht, zeigt zwischen den gezahnten Kernen der beiden Hemisphären jederseits der Mittellinie eine nicht ganz scharf begrenzte, ovale, lichtgraue oder bräunliche Masse, welche die Mittellinie nahezu erreicht; dies ist der Dachkern *Stilling's*, *Nt* (Nucleus tecti, fastigii, Substantia ferruginea superior).

Zwischen Dachkern und gezahntem Kern befinden sich einige losgetrennte Häufchen grauer Substanz, welche *Stilling* Pfropf (Embolus, Nucleus emboliformis) und Kugelkern (Nucleus globosus) benennt; *Meynert* bezeichnet beide als gezackte Nebenkerne. (In Fig. 11, welche dem Hirn des Affen entnommen ist, sind Pfropf und Kugelkern nicht zu sehen.)

Der Markkern des Kleinhirns entsteht dadurch, dass jederseits, von drei Richtungen her, mächtige weisse Bündel in das Kleinhirn einstrahlen. Eines dieser Bündel wurde bereits bei Besprechung des Hinterhirns gewürdigt, es bildet beiderseits den gegen das Rückenmark hin convergirenden Rand der distalen (hinteren, unteren) Hälfte der Rautengrube, den Strickkörper, *Crst.*

Die mittleren Kleinhirnarme, die Brückenarme, die mächtigsten, fanden ebenfalls bereits Erwähnung; sie gehören vollständig dem Hinterhirn an und vermitteln die Verbindung des Kleinhirns mit der Brücke (Pons Varoli). Mit *Henle* kann man eine Linie, welche den Austritt

des Nervus trigeminus mit dem des Nervus facialis verbindet (Fig. 5), als Trennungslinie des Brückenarmes von der eigentlichen Brücke betrachten. Die Brückenfasern zeigen äusserlich meist einen parallelen queren Verlauf (wie die in der Mitte gescheitelten Kopfhaare, *Foville*); auffallend ist immer ein breites Band von Fasern, welches im proximalen Theile, von der Mittellinie angefangen, ursprünglich ebenfalls quer verläuft, dann aber im Bogen gegen die Austrittstelle des Nervus facialis hinzieht (Fasciculus obliquus, Ruban fibreux oblique *Foville*), Fig 5, *Fob.*

Meist sieht man ein Bündel von Fasern unterhalb der Brücke über den proximalen Theil der Pyramide quer hinüberziehen, Propons (Ponticulus) *Pol.*



Fig. 11. Frontalschnitt durch das Kleinhirn und die Medulla oblongata eines Affen. Zweimal vergrössert.

H Hemisphären des Kleinhirns, *Vrsp* Oberwurm, *Ndt* Nucleus dentatus, *Nt* Nucleus tecti, *Co+* Kreuzungscommissur, *V4* Vierter Ventrikel, *Crst* Corpus restiforme, *Py* Pyramide, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Ra* Raphe, *No* Nucleus olivaris, *VIII* Nervus acusticus, *VIIIh* Acusticus-Hauptkern, *IX* Nervus glossopharyngeus, *Va* Aufsteigende Trigeminuswurzel.

Das dritte, obere Paar der Kleinhirnarme, welchem wir bisher noch nicht begegnet sind, geht gegen das Grosshirn zu und convergirt cerebralwärts in ähnlicher Weise wie die hinteren Kleinhirnarme spinalwärts, so dass sie mit jenen zusammengenommen einen Raum von rhombischer Form, die Rautengrube (Sinus rhomboidalis) umgrenzen. Die oberen Kleinhirnarme scheinen zu den Vierhügeln zu gehen, daher sie auch irrthümlicherweise Processus cerebelli ad corpora quadrigemina genannt wurden; der häufigste und kürzeste Name ist Bindearme (Brachia conjunctiva oder conjunctoria, Processus cerebelli ad cerebrum), vgl. Fig. 6 und 12, *Brc.*

Zwischen den medialen Rändern beider Bindearme ist eine dünne zungenförmige Markplatte, mit cerebralwärts gewendeter

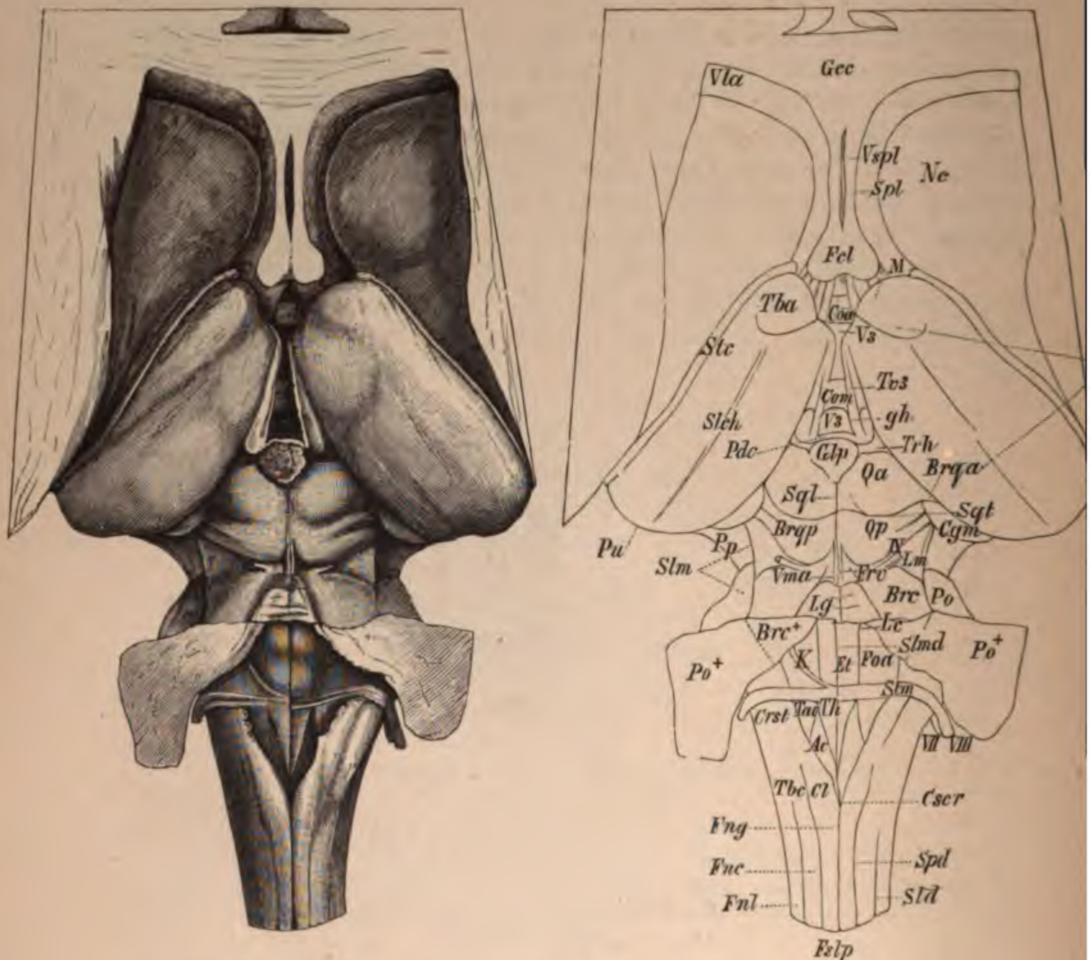


Fig. 12. Nachhirn, Hinterhirn, Mittelhirn und Zwischenhirn von der dorsalen Seite. Nat. Grösse.

Der grösste Theil des secundären Vorderhirns ist durch einen Horizontalschnitt, durch zwei sagittale und einen frontalen Schnitt weggeschnitten. Die Nervenwurzeln sind zum grossen Theile entfernt. *IV* Nervus trochlearis, *VII* Nervus facialis, *VIII* Nervus acusticus, *Ac* Ala cinerea, *Brc* Bindearm, bei *Brc*+ durchschnitten, *Brqa* vorderer Vierhügelarm, *Brqp* hinterer Vierhügelarm, *Cgm* Corpus geniculatum mediale, *Cl* Clava, *Coa* Commissura anterior, *Com* Commissura mollis, *Crst* Corpus restiforme, *Cscr* Calamus scriptorius, *Et* Eminentia teres, *Fcl* Columnae fornicis, *Fnc* Funiculus cuneatus, *Fng* Funiculus gracilis, *Fnl* Funiculus lateralis, *Foa* Fovea anterior, *Frv* Frenulum veli anterioris, *Fslp* Fissura longitudinalis posterior, *Gcc* Genu corporis callosi, *Gh* Ganglion habenulae, *Glp* Glandula pinealis, *K* Klangstab, *Lc* Locus coeruleus, *Lg* Lingula, *Lm* Lemniscus, *M* Gegend des Foramen Monroi, *Nc* Nucleus caudatus, *Pdc* Pedunculus conarii, *Po* Pons, bei *Po*+ durchschnitten, *Pp* Pes pedunculi, *Pu* Pulvinar, *Qa*

vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *Slch* Sulcus choroideus, *Sld* Sulcus lateralis dorsalis, *Slm* Sulcus lateralis mesencephali, *Slmd* Sulcus medianus ventriculi quarti, *Spd* Sulcus paramedianus dorsalis, *Spl* Septum pellucidum, *Sql* Sulcus corp. quadrigem. longitudinalis, *Sqt* Sulcus corp. quadrigem. transversus, *Stc* Stria cornea, *Stm* Striae medullares acusticae, *Tac* Trigonum acustici, *Tba* Tuberculum anterius Thalami, *Tbc* Tuberculum cuneatum, *Th* Trigonum n. hypoglossi, *Thos* Thalamus opticus, *Trh* Trigonum habenulae, *Tv 3* Taenia ventriculi tertii, *Vla* Vorderhorn des Seitenventrikels, *Vma* Velum medullare anterius, *Vspl* Ventriculus septi pellucidi.

Spitze ausgespannt, das bereits erwähnte vordere Marksegel (Velum medullare anterius) *Vma*, welchem die Lingula des Kleinhirns, *Lg*, aufliegt.

Der laterale Rand des Bindearmes ist eigentlich von aussen nicht sichtbar, denn da, wo der Bindearm aus der Brücke hervortritt, legt sich alsbald ein anderes, durch eine seichte Furche markirtes Markblatt in der Weise über ihn hinüber, dass es mit dem der anderen Seite stärker convergirt als die Brachia conjunctiva, vor der Spitze des Velum medullare anterius nahezu die Mittellinie erreicht und hier unter die hinteren Vierhügel hineinschlüpft. Dieses sogenannte Schleifenfeld (Lemnicus, Laqueus, Ruban de Reil, Fillet, *Lm)* hat eine dreieckige Form und zerfällt häufig durch eine seichte Furche, die ebenfalls cerebral- und medianwärts verläuft, in zwei Abtheilungen.

Am vorderen Rande der Brückenarme, in der Furche zwischen diesen und dem oberen Kleinhirnarme, sieht man fast immer ein isolirtes Bündel verlaufen, welches auch weiterhin dem Vorderrande der Brücke anliegt und sich in den Spalt zwischen den beiden Grosshirnschenkeln einsenkt (Taenia pontis), Fig 6, *Tpo;* es kann mitunter eine grosse Strecke weit als vollkommen freier Strang abgehoben werden.

Es wurde schon erwähnt, dass im lateralen Theile der Brücke, näher ihrem proximalen Rande, jederseits der mächtige Nervus Trigeminus seinen Ursprung nimmt; die motorische Wurzel entspringt proximal von der bedeutend stärkeren sensorischen (Fig. 5, *Vm* und *Vs*).

Wenn man das Kleinhirn aus all seinen Verbindungen mit dem übrigen Gehirn loslöst, so liegt die **Rautengrube**, der Boden des vierten Ventrikels (Sinus sive Fossa rhomboidalis), frei zu Tage (Fig. 12). Wir haben bereits erfahren, dass diese eine rhombische Form besitzt mit sagittaler Längenausdehnung (circa 3 Centimeter), während die grösste Breite in der Gegend des Acusticusaustrittes beiläufig 2 Centimeter beträgt. Die Seitenränder der Rautengrube werden für deren distalen Theil von den Strickkörpern, im proximalen Theile von den Bindearmen dargestellt.

Die beiden Diagonalen dieses Rhombus sind an der Rautengrube markirt, und zwar die längere, sagittale durch eine deutliche Furche (Sulcus medianus longitudinalis sinus rhomboidalis *Slmd*), die quere frontale durch Markstreifen, welche, von der Mittellinie kommend, den Boden der Rautengrube durchziehen, sich um das vordere Ende des Strickkörpers herumschlingen (vgl. pag. 57) und sich der Wurzel des Nervus acusticus beigesellen, Striae medullares, *Stm* (Striae oder Chordae acusticae, Barbe de Piccolomini). Die Markstreifen am Boden der Rautengrube variiren individuell in sehr hohem Grade; ausnahmsweise fehlen sie an einer Seite oder selbst an beiden Seiten vollständig; mitunter sind sie übermässig stark entwickelt; manchmal überkreuzen sich einzelne Bündel während ihres Querverlaufes; auch ganz freie, mit dem Boden streckenweise nicht verwachsene Stränge kann man antreffen. Ausser den erwähnten queren Bündeln, welche sich über die Taeniola cinerea in den Nervus acusticus fortsetzen, finden sich häufig noch weitere mit anderem Verlaufe, namentlich sieht man oft ein solches am Sulcus longitudinalis medianus neben den anderen Markstreifen beginnen und cerebral-lateralwärts ziehen (Fig. 12, *K*), Klangstab oder Conductor sonorus *(Bergmann)*. Der Winkel, unter welchem der besonders oft links stärker ausgebildete Klangstab von der Mittellinie abweicht (häufig überbrückt er bei seinem Ursprung einzelne der queren Markstreifen), ist ein sehr wechselnder; mitunter läuft er neben dem Sulcus longitudinalis medianus, fast parallel mit ihm, cerebralwärts. Desgleichen ist seine Dicke in verschiedenen Gehirnen eine sehr ungleiche; nicht selten besteht er aus mehreren isolirten Bündeln von ungleichem Verlaufe.

Die distale Hälfte der Rautengrube lässt jederseits der Mittellinie drei Abtheilungen erkennen. Die medialste von diesen hat die Form eines rechtwinkeligen Dreieckes, dessen längere Kathete dem Sulcus medianus, dessen kürzere den Striae acusticae anliegt, während sich die Spitze kurz vor dem Calamus scriptorius befindet; dieses Dreieck ist markweiss, entspricht theilweise dem Ursprungskerne des Nervus hypoglossus und mag daher Trigonum hypoglossi, *Th*, heissen. Lateral von diesem fällt ein zweites Dreieck auf, dessen Spitze aber die Striae acusticae trifft; es erscheint gegen die Umgebung etwas eingesunken und macht sich durch seine graue Färbung bemerkbar. Da es annähernd dem Ursprungsgebiete eines Theiles des Nervus vagus (und glossopharyngeus) entspricht, so mag es Trigonum vagi genannt werden. Ueblicher ist die Bezeichnung Ala cinerea, *Ac*. — Der lateralste Theil der hinteren Hälfte der Rautengrube wird durch eine Erhabenheit dargestellt, welche erst cerebralwärts von den Striae acusticae ihre grösste Ausdehnung erreicht und ein gutes Stück weit

in die vordere Hälfte der Rautengrube hineinreicht, es ist dies das Tuberculum acusticum, *Tac*, welchem entsprechend eine Anhäufung von Ganglienzellen liegt, die Viele als ein Ursprungsgebiet des Nervus acusticus ansehen.

Die proximale Hälfte der Rautengrube zeichnet sich zunächst dadurch aus, dass sie von einem, wenn auch dünnen, vollständigen Markdache überwölbt ist. An ihrem Boden sieht man gleichsam als Fortsetzung des Tuberculum hypoglossi eine circa 4 Millimeter breite, rundliche Erhabenheit beiderseits der Mittellinie nach vorne ziehen, bis gegen die proximale Spitze der Rautengrube hin unter den hinteren Vierhügeln; selbstverständlich müssen diese Erhabenheiten, welche unpassend Funiculi teretes, richtiger Eminentiae teretes, *Et*, genannt werden, im vordersten Theile der Rautengrube, wegen des Zusammenrückens der Bindearme, etwas schmäler werden.

Lateral von der Eminentia teres ist eine eingesunkene Stelle bemerkbar, welche Fovea anterior, *Foa*, heisst, und meist durch die Anwesenheit einer grösseren oberflächlichen Vene ausgezeichnet erscheint. Dass auch das Tuberculum acusticum bis in den vorderen Abschnitt der Rautengrube reicht, wurde bereits besprochen.

Endlich macht sich im proximalsten Theile der Rautengrube, neben dem lateralen Winkel, in einer Längenausdehnung von 4 bis 6 Millimeter bis gegen die Vierhügel heranreichend, eine dunkler, braun oder bläulich gefärbte Stelle bemerkbar, welche allerdings an manchen Gehirnen erst deutlich wird, wenn man die oberflächlichen Schichten abkratzt: Substantia ferruginea oder Locus coeruleus, *Lc*. Die eigenthümliche Farbe entsteht dadurch, dass der durchscheinende Ventrikelboden über der dunklen Unterlage einen bläulichen Ton annimmt (Farbe trüber Medien). Es sind sehr stark pigmentirte Ganglienzellen, welche dieser Stelle ihre Farbe verleihen.

An ihrem proximalen Ende hat die Rautengrube noch eine Breite von 3 Millimeter und senkt sich hier als Aquaeductus Sylvii, *AS*, unter die hinteren Vierhügel, *Qp*, hinein.

Als Decke des ursprünglichen Hinterhirns, respective auch Nachhirns, kann nicht das Kleinhirn betrachtet werden, welches sich als secundäre Bildung erst später von beiden Seiten her über die Rautengrube hinüberwölbt. Wir müssen vielmehr folgende Gebilde als Reste dieser Decke ansehen:

1. Den proximalen Winkel bedeckt das Velum medullare anterius.

2. Ueber dem mittleren Theil des Ventrikels finden wir die Vela medullaria posteriora.

3. Die Decke des distalen Winkels verdünnt sich dermassen, dass sie grösstentheils nur aus dem Epithele eines dreieckigen Blattes

der inneren Hirnhaut, Tela choroidea cerebelli (Tela choroidea inferior ventriculi quarti, untere Gefässplatte, unterer Gefässvorhang), gebildet wird, welches vorne, cerebralwärts, mit dem Velum medullare posterius und mit den Hirnhäuten des Unterwurmes zusammenhängt. Man bringt es zur Ansicht, wenn man den hinteren Theil des Kleinhirns von der Medulla oblongata abdrängt. Als weitere unbedeutende Reste der Ventrikeldecke findet man in dieser Gegend kleine Markplättchen, welche sich vom freien Rande des Ventrikels eine Strecke weit in die Tela choroidea hinein verfolgen lassen — so der oft fehlende Obex (Riegel) am Calamus scriptorius zwischen den Anschwellungen beider Funiculi graciles, ferner weiter cerebralwärts, den Rand der Rautengrube zuschärfend, die Taenia ventriculi quarti (Ligula, Ala pontis, Ponticulus, *Alp*) (Fig. 6) nach vorne bis gegen die Striae acusticae hin. Diese geschilderten Markplättchen sind sehr zart, reissen daher leicht beim Abziehen der Hirnhaut, mit der sie innig verwachsen, und sind auch auf Fig. 7 nur theilweise zu erkennen.

An der Unterfläche der Tela choroidea zieht sich vom Calamus scriptorius beiderseits der Mittellinie ein sagittaler Streifen eigenthümlicher, zottiger Gefässconvolute bis gegen die hinteren Marksegel hin, der Plexus choroideus cerebelli medialis (mittleres Adergeflecht des Kleinhirns). Kurz vor ihrem vorderen (proximalen) Ende, beim Velum medullare posterius, wenden sich diese Streifen lateralwärts und gelangen, neben dem Flockenstiel verlaufend, an der Unterfläche des Kleinhirns, seitlich vom Nervus acusticus, zum Vorschein; sie bilden hier ein etwas grösseres Convolut, den Plexus choroideus cerebelli lateralis (Ala, Plexus nervi vagi, seitliche Adergeflechte des Kleinhirns).

In jenem Theile der Ventrikeldecke, die sich zur Tela choroidea verdünnt, bilden sich im Laufe der Entwickelung drei Lücken, vielleicht die einzigen Communicationsstellen von den Gehirnventrikeln nach aussen. Eine leicht demonstrirbare grössere ovale Lücke sieht man vor dem Calamus scriptorius zwischen beiden mittleren Adergeflechtssträngen, das früher vielfach angezweifelte Foramen Magendii (Apertura inferior ventriculi quarti, Orifice commun des cavités de l'encéphale). Ausserdem findet sich regelmässig, wie *A. Key* und *Retzius* nachgewiesen haben, dem seitlichen Winkel der Rautengrube entsprechend (Recessus laterales ventriculi quarti), dort, wo der Plexus choroideus lateralis hervordringt (Füllhorn), jederseits eine derartige Oeffnung des Ventrikels, die Aperturae laterales ventriculi quarti. Nach *Merkel* und *Mierzejewsky* wäre übrigens auch im Bereiche des Grosshirns eine solche Communicationsöffnung nachzuweisen, welche als langgezogener Spalt vom Unterhorn her über den Gyrus hippo-

campi nach aussen führt. Doch scheint eine solche Eröffnung des Seitenventrikels immer künstlich erzeugt zu sein.

Die Entwickelung des Kleinhirns hat man sich in der Weise vorzustellen, dass der dorsale Theil des Hinterhirns sich in seinem proximalen, vorderen Abschnitte verdickt, und zwar zuerst in der Form von zwei seitlichen, erst später verwachsenden Anschwellungen. Hingegen verdünnt sich der hintere Abschnitt, die eigentliche Decke des vierten Ventrikels, Membrana obturatoria ventriculi quarti, in seinem mittleren Antheil; dieser dünne Theil, die Grundlage der Tela choroidea posterior, wird aber von aussen her durch die sich entwickelnde Pia mater gegen die Hirnhöhle hineingedrängt, vielfach gefaltet und bildet sohin das Epithel der Plexus choroidei posteriores. Die peripheren Theile der Membrana obturatoria bleiben, allerdings auch immer dünne Markplättchen, von denen nur die hinteren Marksegel eine grössere Ausdehnung besitzen; der Obex und die Ligula sind ebenfalls auf diese Weise entstanden.

Bei allen Säugethieren sind die Hemisphären des kleinen Gehirns relativ weniger entwickelt als beim Menschen, so dass der Wurm überwiegt, und zwar umsomehr, je tiefer wir in der Säugethierreihe hinabsteigen; dabei zeigt die Anordnung der einzelnen Unterabtheilungen des Kleinhirns eine grosse Variabilität und ist noch nicht genügend studirt. In demselben Verhältnisse als die Kleinhirnhemisphären kleiner werden, nimmt auch die Grösse der Brücke ab. Bei den meisten Säugethieren reicht sie nicht bis zur Austrittsstelle des Nervus abducens (vgl. Fig. 5) herab, die Pyramiden bleiben noch ein weiteres Stück cerebralwärts unbedeckt, und es liegt dann seitlich von letzteren ein breites Bündel von Querfasern frei zu Tage, welches Corpus trapezoides genannt wird.

Bei den Vögeln sind die Kleinhirnhemisphären auf einen unbedeutenden Anhang reducirt, den Amphibien, Fischen und Reptilien fehlen sie vollständig. Bei den Amphibien ist auch der Wurm nur mehr ein schmales Querband, während bei manchen Fischen (z. B. vielen Knorpelfischen) das Hinterhirn nicht nur sehr ansehnlich entwickelt ist, sondern auch mit einer beträchtlichen Anzahl von Furchen versehen sein kann. Der vierte Ventrikel besitzt bei den Vögeln einen spitz zulaufenden dorsalen Fortsatz, der ziemlich tief in die Substanz des Kleinhirns hineinreicht, Ventriculus cerebelli.

Stilling B., Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirns, drei Theile, Cassel 1864 bis 1878. *Lombroso*, Rendic. del istit. Lombardo 1871. *Flesch*, Verhandlungen der medicinischen Gesellschaft zu Würzburg 1882. *Bergmann*, Neue Untersuchungen über die innere Organisation des Gehirns, Hannover 1831.

3. Das Mittelhirn.

Das Mittelhirn umfasst die nun proximal-(cerebral-)wärts folgende Vierhügelgegend. Wir werden aber bei Besprechung dieser Region auch Gebilde miterwähnen, welche zwar bereits dem Zwischenhirn angehören, sich aber derart zwischen Theile des Mittelhirns hineindrängen, dass sie füglich gleichzeitig in Betracht gezogen werden müssen.

Das Mittelhirn stellt einen in sagittaler Ausdehnung wenig über 1 Centimeter langen Abschnitt des Gehirns dar, an dem sich leicht ein ventraler (basaler) und ein dorsaler Theil unterscheiden lassen, welche beide durch eine deutlich ausgeprägte Furche, Sulcus lateralis mesencephali, *Slm* (Fig. 6, 12 und 13), voneinander getrennt werden.

Den Sulcus lateralis sieht man, wenn man den Hirnstamm von oben oder von der Seite betrachtet; er geht vom proximalen Brückenrande aus und bildet zumeist die laterale Begrenzung der bereits bekannten Schleife.

Lateral und ventral von dem Sulcus lateralis liegt der mächtige **Hirnschenkelfuss**, Pes pedunculi cerebri, Crusta (Fig. 5, 6 und 7), *Pp;* es ist dies ein bei seinem Austritte aus der Brücke 12 bis 20 Millimeter breites Faserbündel, welches, nachdem es während seines kurzen oberflächlichen Verlaufes noch an Breite gewonnen hat, unter dem Tractus nervi optici, *TII*, in die Grosshirnmasse eindringt und damit von der Oberfläche verschwindet. Der Hirnschenkelfuss zeigt äusserlich eine deutliche Abtheilung in verschiedene Bündel, welche aber nicht genau dessen Gesammtrichtung einhalten, sondern ihm das Aussehen eines gewundenen Strickes verleihen; jene Bündel, welche als medialste aus der Brücke herauskommen, wenden sich so sehr lateralwärts, dass sie einen nahezu queren Verlauf haben (Bündel von der Schleife zum Fusse, *LmP;* woher diese Bezeichnung stammt, kann erst später gezeigt werden). Jeder Hirnschenkelfuss geht nicht direct sagittal nach vorne, sondern divergirt mit dem der anderen Seite unter einem Winkel von 70 bis 80 Grad, so dass zwischen beiden ein dreieckiger Raum freibleibt, Trigonum intercrurale (Fossa interpeduncularis), *Tric.*

Eine tiefe Furche, aus welcher Fasern des Nervus oculomotorius, *III*, herauskommen (Sulcus oculomotorii, *Sl III*), trennt den Hirnschenkelfuss an seinem medialen Rande vom Trigonum intercrurale. Dieses zeigt in der Mittellinie eine gut ausgeprägte Furche, den Sulcus substantiae perforatae posterioris, *Slpp*. Der mediale Theil der

Fossa interpeduncularis, vorne breit, hinten spitz endend, hilft schon die basale Wand des mittleren Grosshirnventrikels, die graue Bodencommissur, bilden; er ist von vielen Gefässlücken durchbort und heisst Substantia perforata posterior, *Sbpp;* lateral davon verlaufen in der Fossa interpeduncularis zwei längliche Erhabenheiten neben dem medialen Rande des Hirnschenkelfusses, welche der später zu erwähnenden Hirnschenkelhaube angehören. (Letztere sind erst bei weiterem Auseinanderdrängen des Hirnschenkelfusses erkennbar, daher auch in Fig. 5 nicht zu sehen.)

Der dorsal vom Sulcus lateralis mesencephali gelegene Theil des Mittelhirns umfasst zunächst jederseits zwei rundliche Körper, die Corpora quadrigemina oder bigemina, **Vierhügel**, *Qa* und *Qp*. Eine mediane Sagittalfurche, Sulcus corporum quadrigemin. longitudinalis sive sagittalis, *Sql*, welche an ihrem vorderen Ende sich zu einer seichten dreieckigen Grube verbreitert (hier legt sich die später zu besprechende Zirbeldrüse, Glandula pinealis, *Glp*, hinein), hinten aber steil gegen das Velum medullare abfällt, trennt die beiden Vierhügelpaare einer Körperhälfte von denen der anderen Seite. Das erwähnte vordere dreieckige Feld, Trigonum subpineale, zeigt häufig eine kleine mittlere Erhebung, welche von *Schwalbe* Colliculus subpinealis genannt wurde. In der Gegend, wo die Furche sich gegen das Marksegel hinabsenkt, ist sie jederseits von einem schmalen Markbündel begrenzt (manchmal verschmelzen beide miteinander), Frenulum veli medullaris anterioris, *Frv*.

Unter rechtem Winkel kreuzt sich mit der beschriebenen Sagittalfurche eine quere, frontale Furche, Sulcus corporum quadrigemin. transversus sive frontalis, *Sqt*, welche in der Nähe der Mittellinie am seichtesten, das vordere von dem hinteren Vierhügelpaare trennt.

Die vorderen Vierhügel, *Qa*, messen in sagittaler Richtung 8 Millimeter, in frontaler 12 Millimeter, die hinteren, *Qp*, welche sich durch eine steil nach hinten abfallende Fläche auszeichnen, in sagittaler Richtung 6, in frontaler 8 Millimeter.

Von jedem der Vierhügel geht ein gut markirtes weisses Bündel ab, und zwar ventral-, lateral- und cerebralwärts; es sind dies die Vierhügelarme (Brachia conjunctiva, Seitenarme); die beiden Vierhügelarme einer Seite werden durch die Fortsetzung der frontalen Vierhügelfurche, die hier den Namen Sulcus interbrachialis verdient, voneinander geschieden.

Der hintere Arm, *Brqp*, wird bald durch eine seichte Furche in zwei Bündel zerlegt (Fig. 6), von denen das hintere im Sulcus lateralis mesencephali neben den Fasern des Hirnschenkelfusses ver-

schwindet, während das vordere zu einer spindelförmigen Erhabenheit von etwa 1 Centimeter Längsdurchmesser zieht, die im Sulcus interbrachialis eingeklemmt erscheint, dem inneren Kniehöcker, *Cgm* (Ganglion, Corpus geniculatum mediale, internum); letzterer muss bereits zu den Gebilden des Zwischenhirns gerechnet werden.

Der vordere Vierhügelarm, *Brqa*, setzt sich, von dem mächtig hinübergewölbten Sehhügel bedeckt, als ziemlich kurzes, fast direct lateral gerichtetes Bündel bis gegen den Tractus opticus fort. Bei seinem Austritte aus dem vorderen Vierhügel ist er anfänglich viel breiter, bald aber verschwindet ein beträchtlicher Theil unter dem inneren Kniehöcker.

Vor dem vorderen Vierhügelpaare entwickelt sich bei vielen Thieren sehr deutlich, bei Menschen nur manchmal gut sichtbar, ein dünner Nervenstrang, der über die Vierhügelarme spinalwärts und dann quer über den Hirnschenkelfuss nach der Basis zieht, Tractus peduncularis transversus, *Tpt;* sein Ende ist aber nie deutlich zu sehen (Fig 6).

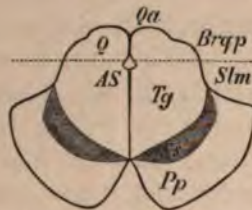


Fig. 13. Frontalschnitt durch die vorderen Vierhügel, *Qa* (halbschematisch), *Pp* Pes pedunculi, *Tg* Tegmentum, *AS* Aquaeductus Sylvii, *Q* Vierhügelgebiet, *Brqp* Arm des hinteren Vierhügels, *Slm* Sulcus lateralis mesencephali. Die Substantia nigra Sömmeringi *(Ss)* ist schwarz.

Schneidet man das Mittelhirn senkrecht auf seine Längsachse im Bereiche der vorderen Vierhügel durch (Fig. 13), so zeigt sich zunächst die proximale Verlängerung der Rautengrube, welche zu den Ventrikeln des Grosshirns führt: der Aquaeductus Sylvii, *AS*. Ferner haben wir jederseits, wenn wir von der dorsalen Gegend gegen die Basis fortschreiten, mehrere Etagen zu unterscheiden:

1. Die Vierhügelganglien, über einer horizontalen Linie gelegen, welche quer durch den Aquäductus gedacht wird; sie werden als Vierhügelplatte, *Q*, zusammengefasst.

2. Ein aus grauer und weisser Substanz gemischtes Gebiet, die Haubenregion, Tegmentum, *Tg*.

3. Ein Gebiet, welches wegen des Vorhandenseins von zahlreichen, intensiv schwarz pigmentirten Nervenzellen schon makroskopisch durch seine dunklere Färbung auffällt (Stratum nigrum, Substantia nigra Soemmeringi, Stratum intermedium *Ss*).

4. Endlich, am meisten ventral, jederseits der halbmondförmige, weisse Querschnitt des Hirnschenkelfusses, *Pp*.

Der Ursprung des Nervus oculomotorius, *III* (Fig. 5), fand schon oben Erwähnung; er tritt zum grossen Theile aus dem Sulcus oculomotorii heraus, doch entspringen auch Bündel vom medialen Rande des

Hirnschenkelfusses. Nicht selten sieht man ein isolirtes, durch ein Blutgefäss von der übrigen Wurzel getrenntes Wurzelbündel bedeutend weiter seitlich aus dem Hirnschenkel austreten, *III'*.

Der Nervus trochlearis, *IV*, entspringt als ein dünner Faden, manchmal in zwei feine Wurzeln gespalten, seitlich neben der Spitze des vorderen Marksegels, meist aus der Furche, welche der hintere Vierhügel mit den Bindearmen bildet, am medialen Schleifenrande (Fig. 6 und 7).

Das Mittelhirn stellt in den frühen Entwickelungsperioden einen relativ sehr grossen Hirntheil dar, der später in der Entwickelung zurückbleibt und bei den meisten Säugethieren von den Grosshirnhemisphären überwuchert wird. Anfänglich sind die Vierhügel eine einfache rundliche Erhabenheit, an der sich die Quer- und Längsfurche erst spät, etwa im 5 bis 6 Monate des Embryonallebens, herausbilden.

Die Vierhügel sind auch bei den meisten Thieren relativ grösser als beim Menschen; bei den Raubthieren ist das hintere Vierhügelpaar meist grösser, während bei anderen Säugern wieder das vordere grösser zu sein pflegt. Beim Ornithorhynchus soll nur ein einziges Hügelpaar vorhanden sein; desgleichen findet man auch in allen anderen Wirbelthierclassen jederseits nur eine einzige, mitunter sehr ansehnliche kugelige Anschwellung, welche bei den Vögeln sehr stark zur Seite gerückt erscheint und dadurch die Hirnbasis erreicht. Da der Tractus opticus aus diesen Anschwellungen seinen Ursprung nimmt, so wird dieser Theil des Mittelhirns als Lobi optici bezeichnet.

Das hintere Vierhügelpaar fehlt dabei den niederen Wirbelthieren nicht vollständig; denn im hinteren, caudalen Theile des Mittelhirndaches liegt bei allen Wirbelthieren ein deutlicher grauer Nervenkern, der aber bei den meisten Säugethieren selbstständig wird und dadurch das hintere Vierhügelpaar bildet.

4. Das Zwischenhirn.

Das Zwischenhirn ist am entwickelten Hirne nur sehr schwierig gegen das secundäre Vorderhirn, sowie auch, wie wir bereits erwähnt haben, gegen das Mittelhirn abzugrenzen.

Es umfasst als wichtigste Gebilde den Thalamus opticus, *Tho*, mit den beiden Kniehöckern, *Cgl* und *Cgm*, den Tractus opticus *TII*, und die Corpora mammillaria, *Cm* (Fig. 5, 6 und 7). Dass von Manchen der laterale Theil des Thalamus bereits zum secundären Vorder-

hirn gerechnet wird, beruht auf genetischen Betrachtungen, deren Auseinandersetzung hier zu weit führen würde.

Es wurde bereits gezeigt, dass ein Theil des Sehhügels, Pulvinar, *Pu,* sich nach rückwärts bis an die Vierhügel herandrängt. Wenn man nun durch Wegpräpariren aller jener Theile des Grosshirns, welche den ganzen übrigen Theil des Sehhügels von oben her bedecken, diesen freilegt, hat man zugleich Einsicht in die centralen Höhlen des Grosshirns (Ventrikel) erlangt. Wir werden uns, um das Präparat auch weiterhin verwendbar zu haben, vorderhand mit der äusseren Betrachtung der Zwischenhirngebilde begnügen und erst wenn das Grosshirn seine Besprechung findet, auch durch verschieden geführte Schnitte die gröberen Zeichnungen im Inneren nachtragen.

Der **Sehhügel** (Thalamus opticus, couche optique) stellt sich (Fig. 12) als ein länglicher, massiger Körper dar, dessen Längsachse von vorne medial nach hinten lateral gerichtet ist und der sich in einem um den Grosshirnschenkel gelegten Bogen bis an die Grosshirnbasis in den Tractus opticus fortsetzt (Fig. 6). Die obere Fläche des Thalamus, *Thos,* erscheint durch eine dünne Schicht von Markfasern (Stratum zonale) weissgefärbt, während seine mediale Fläche, die von ersterer durch eine scharfe Kante abgegrenzt ist, die Farbe der grauen Substanz zeigt.

Die ziemlich ebenen medialen Flächen (Fig. 10), *Thom,* beider Thalami nähern sich fast bis zur Berührung, ja sie verwachsen sogar kurz vor ihrer Mitte durch ein graues Gebilde, die mittlere Commissur, *Com* (Commissura mollis, media, grisea, Trabecula cinerea). Dieselbe stellt ein sehr leicht zerreissliches, meist flaches, ganz kurzes Band dar.

Nicht selten (nach *Ferraz de Macedo* in 20 Procent) fehlt diese Commissur aber vollständig, während sie in anderen Fällen verdoppelt ist und bei hydrocephalischer Erweitung der Ventrikel bedeutend (bis 17 Millimeter, *Anton*) in die Länge gezogen sein kann.

Die centrale Höhle des Zwischenhirns bezeichnen wir als dritten (mittleren) Ventrikel, V_3. An seiner schief nach vorne abfallenden Hinterwand findet sich die vordere Oeffnung des Aquaeductus Sylvii, Aditus ad Aquaeductum Sylvii, *AAS* (Fig. 10). Von hier geht in der Mittellinie nach abwärts und vorne in der hinteren Wand und am Boden des dritten Ventrikels eine Furche ab, welche zu einer trichterförmigen Ausbuchtung, Recessus infundibuli, *Rif,* hinleitet; letzterem entspricht von aussen an der Gehirnbasis hinter dem Chiasma nervorum opticorum, *Ch,* ein kegelförmiger, grauer Zapfen, Tuber cinereum (Fig. 5), *Tbc,* dessen Spitze, *If* (Infundi-

bulum, Trichter), mit einem bohnengrossen, ellipsoiden Körper, der Hypophysis, *Hy* (Hirnanhang, Glandula pituitaria), zusammenhängt.

Die obere weisse Fläche des Thalamus, *Tos*, findet ihre seitliche Begrenzung durch eine Furche, in welcher ausser einer grösseren Vene auch eine Verdickung des Ependyms, sowie in der Tiefe ein der Furche entsprechend verlaufender Markstreifen bemerkbar sind: Stria cornea (Fig. 10 und Fig. 12), *Stc*, (Stria terminalis, Taenia cornea, Grenz- oder Hornstreif). Diese Furche beginnt ganz vorne am Thalamus, nahe der Mittellinie, hält eine nach hinten laterale Richtung ein und kann bis weit in das Unterhorn des Seitenventrikels verfolgt werden.

Abgesehen von einer allgemeinen Wölbung der oberen Thalamusfläche, lassen sich an ihr noch weitere Reliefs erkennen (Fig. 12). Immer findet man am vordersten, schmäleren Theile des Thalamus einen bohnengrossen, rundlichen Höcker deutlich ausgesprochen (Tuberculum anterius), *Tba*; von ihm geht nach hinten und seitlich eine ganz seichte Furche aus, Sulcus choroideus, *Slch*, welche die obere Fläche des Thalamus in einen medialen und einen lateralen Abschnitt trennt. Nach hinten zu wölbt sich endlich der Thalamus zu dem bereits wiederholt erwähnten massigen Höcker, dem Pulvinar (Polster), *Pu*, hervor. Verfolgt man die eben beschriebene Thalamusoberfläche weiter, so sieht man, wie der Sehhügel ventral- und lateralwärts umbiegt (Fig. 6), schmäler wird und, nachdem er zu einem nicht ganz bohnengrossen Wulste angeschwollen ist, *Cgl* (Corpus geniculatum laterale, externum, äusserer Kniehöcker), sich in den lateralen Theil des Tractus nervi optici, *TII*, fortsetzt. Dieser windet sich um den Grosshirnschenkel basalwärts herum (Fig. 5), um an der Grosshirnbasis mit dem der anderen Seite im Chiasma nervorum opticorum, *Ch*, zusammenzutreffen.

Der laterale Kniehöcker grenzt nicht direct an den Grosshirnschenkel; es schiebt sich noch zwischen beide das mediale Bündel, die innere Wurzel des Tractus opticus ein (Fig. 6), welches gegen den medialen Kniehöcker, *Cgm*, hinzieht. Als Ansa intergenicularis bezeichnet *Rauber* eine beim Neugeborenen deutlichere Markschleife zwischen den lateralen Polen des Corpus geniculatum laterale und mediale.

Die Trennungskante zwischen der medialen und der oberen Fläche des Thalamus wird noch zugeschärft durch eine nach hinten zu dicker werdende Markleiste (Stria medullaris Thalami, Habenula), welche meist in ein gelatinöses Plättchen (Taenia Thalami, Taenia Ventriculi tertii) (Fig. 10 und 12, Tv_3), ausgezogen erscheint. Diese Markleiste schwillt endlich kurz vor dem Trigonum subpineale zu

einem keulenförmigen Köperchen, dem Ganglion habenulae, *Gh*, an. Zwischen diesem und dem zurückweichenden Rande des Thalamus bleibt ein dreieckiges kleines Feld, welches als Trigonum habenulae, *Trh*, bezeichnet wird. In der Mittellinie sieht man hier bei vorsichtiger Präparirung der Hirnhäute die Zirbeldrüse (Glandula pinealis, Epiphyse, Conarium), *Glp*, als zapfenförmigen, 8 bis 12 Millimeter langen Körper mit hinterer Spitze in der sagittalen Furche zwischen den Vierhügeln liegen. Vom vorderen Rande der Zirbeldrüse, welche der hinteren Wand des dritten Ventrikels angehört, gehen beiderseits kurze Verbindungsstücke zum Ganglion habenulae ab (Zirbelstiele, Pedunculi Conarii, *Pdc*). Unter der Zirbel, in der hinteren Wand des mittleren Ventrikels, trifft man auf einen kleinen Spalt: Recessus infrapinealis (Ventriculus conarii), *Rip*, (Fig. 10); gleich unter diesem, bis nahe gegen die vordere Oeffnung des Aquaeductus Sylvii hinab, folgt ein wohl ausgeprägter, frontaler, weisser Querstrang, welcher nach Abreissen der Zirbeldrüse das Trigonum subpineale vorne begrenzt, die hintere Commissur (Commissura posterior).

Die an der Gehirnbasis befindlichen Gebilde des Zwischenhirns haben wir zum grossen Theile bereits kennen gelernt. Zuvorderst die Sehnervenkreuzung, Chiasma nervorum opticorum, *Ch* (Fig. 5), in deren hinterem Winkel das Tuber cinereum, *Tbc*, mit Infundibulum und Hypophysis liegt; hinter diesen folgen zwei bisher noch nicht besprochene, erbsengrosse, weisse, runde Erhabenheiten: Corpora mammillaria, *Cm* (Corpora candicantia, Markkügelchen). Sie bilden auch die eigentliche vordere Grenze des Trigonum interpedunculare.

Die Entwickelung des Zwischenhirns aus dem primären Vorderhirn hat man sich so vorzustellen, dass die primäre Vorderhirnblase sich in ihren seitlichen Partien verdickt und dadurch die Anlage des Thalamus opticus und der Regio subthalamica bildet.

Die Decke des Zwischenhirns bleibt aber fast durchwegs auf eine einfache Zellschichte beschränkt, welche in ähnlicher Weise, wie wir dies früher für die Decke der Rautengrube beschrieben haben, durch das Hineinwachsen der gefässreichen Pia mater in die Höhle hereingedrängt wird und zunächst Tela und Plexus choroideus medius bildet (siehe pag. 73); von diesen gehen Ausläufer in die Seitenventrikel des secundären Vorderhirns hinein, die Plexus choroidei laterales. Der hinterste Theil der Zwischenhirndecke stülpt sich nach oben und vorne zu einem Schlauche aus, dem Epiphysenschlauch, als dessen Rest wir bei den meisten Wirbelthieren nur die Glandula pinealis antreffen, während er bei manchen Thieren (einzelnen Sauriern und Selachiern) ein unter der Haut des Schädels liegendes Organ bildet, welches grosse anatomische Aehnlichkeit mit einem Auge hat

(Parietalauge) und mittelst eines nervösen Stranges mit der Zirbel zusammenhängt.

Nur der Mensch und die höheren Affen besitzen äusserlich getrennte Corpora mammillaria. Bei allen übrigen Säugethieren erscheinen sie als ein einfacher, weisser, kugeliger Körper. Eine besonders mächtige Entwickelung erlangen bei vielen Säugethieren die Ganglia habenulae, die beim Menschen ganz unscheinbar bleiben. Das Pulvinar Thalami erreicht bei keinem Thiere eine solche Ausbildung wie beim Menschen, hingegen zeigt die mittlere Commissur fast in der ganzen Säugethierreihe eine wesentlich stärkere Entwickelung.

5. Das Vorderhirn.

Das gesammte Vorderhirn erscheint, von oben gesehen, durch einen tiefen Spalt, die Mantelspalte, Fissura longitudinalis, Incisura pallii, in zwei seitliche, gleiche Hälften, die beiden Hemisphären, getrennt (vgl. auch Fig. 2).

Die Hemisphären zeigen an ihrer freien Oberfläche, welche fast überall mit grauer Substanz (der Grosshirnrinde) bedeckt ist, eine Anzahl von Furchen und Windungen, in deren nähere Beschreibung später eingegangen wird. Vorerst sollen jene grauen Massen, welche man im Inneren des Grosshirns findet, besprochen werden.

Hat man in der beim Zwischenhirne angegebenen Weise den Sehhügel freigelegt (Fig. 12), so bemerkt man lateral und vorne von demselben, durch die Stria cornea von ihm getrennt, eine frei in die Hirnhöhle ragende, kolbige graue Masse, den **Schweifkern** (geschwänzter Kern, Nucleus caudatus, Streifenhügel, intraventriculärer Theil des Streifenhügels), *Nc*, welcher vor dem Sehhügel seine grösste Breitenausdehnung erreicht und sich rückwärts zu einem dünnen Bande verschmächtigt; dieses wendet sich, der Stria cornea lateral anliegend, weiterhin basalwärts und dann schliesslich nach vorne; es kann so bis gegen die Spitze des Schläfenlappens verfolgt werden. Der Schweifkern beschreibt demnach einen nach vorne offenen Bogen, dessen oberer Schenkel vorne massig zum „Kopfe" verdickt erscheint, während der Bogen selbst und der untere Schenkel den schmalen „Schweif" darstellen. Dieser letzte Theil des Schweifkernes liegt in jenem Theile der Hirnhöhlen, welcher Unterhorn genannt wird.

Legt man einen Horizontalschnitt durch eine Hemisphäre, so nahe der Ventrikeloberfläche, dass eben die Kuppen des Streifen- und Sehhügels abgehoben werden (Fig. 14), so fällt im vordersten Theile des letzteren die helle Umgrenzung eines rundlichen, etwa $^1/_2$ Centimeter



Fig 14. Horizontalschnitt durch das Zwischenhirn und den angrenzenden Theil des Vorderhirns. $^1/_2$ Centimeter unter der Oberfläche des Thalamus und des Nucleus caudatus. Nat. Grösse.

Nur der Theil um den Nucleus caudatus und den Thalamus ist gezeichnet. *Com.* Commissura mollis, *F* Stirnlappen, *Fcl* Columna fornicis, *Fcr* Crus fornicis, *Gcc* Genu corporis callosi, *gh* Ganglion habenulae, *Glp* Glandula pinealis, *Lml*, *Lmm* Lamina medullaris lateralis und medialis, *Na* Nucleus anterior thalami, *Nc* Nucleus caudatus, *Nl* Nucleus lateralis thalami, *Nm* Nucleus medialis thalami, *Pdc* Pedunculus glandulae pinealis, *Qa* vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *Spcc* Splenium corporis callosi, *Spl* Septum pellucidum, *Stc* Stria cornea, *Vla* Vorderhorn des Seitenventrikels, *Vli* dessen Unterhorn, *Vlp* dessen Hinterhorn, *Vspl* Ventriculus septi pellucidi, *V3* dritter Ventrikel.

im Durchmesser haltenden Körpers auf, der dem Tuberculum anterius entspricht und nach hinten zu gewöhnlich in eine Spitze ausgezogen ist. Es ist dies der vordere Kern (oberer Kern, Nucleus anterior, superior, Centre antérieur), *Na*. Von der ziemlich scharf prononcirten Markkapsel, welche den Nucleus anterior abschliesst, geht ein deutliches Markblatt, Lamina medullaris medialis Thalami optici, *Lmm*, nach hinten und theilt dadurch den Sehhügel weiterhin in zwei nahezu gleich breite Abschnitte, von denen der laterale (äusserer Kern, Nucleus externus), *Nl*, sowohl nach vorne, als namentlich nach hinten zu den medialen (innerer Kern, Nucleus internus), *Nm*, an Länge übertrifft. Die laterale Begrenzung des Thalamus wird durch eine dünne weisse Lamelle, die Lamina medullaris lateralis Thalami, *Lml*, dargestellt.

Führt man einen zweiten Horizontalschnitt durch die Hemisphäre, etwa $^1/_2$ Centimeter unter der Oberfläche des Kopfes vom Schweifkern (Fig. 15), so erhält man zunächst eine Anschauung davon, wie weit die graue Masse des genannten Körpers, *Nc*, in die Tiefe reicht; im Sehhügel ist der Nucleus anterior nicht mehr vorhanden, hingegen kann man die Lamina medullaris medialis, *Lmm*, noch erkennen, daher der Nucleus medialis, *Nm*, und der Nucleus lateralis, *Nl*, zu unterscheiden sind. Die laterale Begrenzung des Sehhügels bildet

auch hier eine ziemlich schwach markirte Lamina medullaris Thalami lateralis, *Lml.*

Auf diesem Schnitte fällt ferner ein neuer grauer Körper auf, welcher an keiner Stelle die freie Oberfläche erreicht, sondern allseitig in einer weissen Markkapsel eingebettet ist; der **Linsenkern**, Nucleus lentiformis (medius, extraventriculärer Theil des Streifenhügels), *Nlf.* Der Linsenkern liegt wie ein stumpfwinkeliger Keil zwischen die lateralen Seiten von Schweifkern und Sehhügel eingeschoben und wird gegen beide durch Markmassen (innere Kapsel, Capsula interna), *Ci*, abgegrenzt. Zwei dünne Markblätter durchziehen als concentrische, der lateralen Begrenzung des Linsenkernes parallele Bögen diese graue Masse und zerspalten sie dadurch in drei Abtheilungen, welche man, von der medialen Spitze an lateralwärts fortschreitend, als erstes, zweites und drittes Glied des Linsenkernes bezeichnet, Nlf_1, Nlf_2, Nlf_3. Das (häufig zweigetheilte) mediale und das mittlere Glied erscheinen blass, dem benachbarten Thalamus opticus ähnlich (Globus pallidus), während das laterale grösste Glied, Nlf_3, dunkelgrau wie der Schweifkern gefärbt ist (Putamen).

Die Lage der lateralen Fläche des Linsenkernes entspricht jenem Theile der Grosshirnrinde, welcher als Inselrinde, *I*, bezeichnet wird. Linsenkern und Inselrinde werden aber noch durch zwei weisse Schichten und eine graue voneinander getrennt. Zunächst dem Linsenkerne folgt nämlich eine dünne Marklamelle, die äussere Kapsel, *Ce* (Capsula externa), an welche sich aussen der graue Streifen der Vormauer, *Cl* (Claustrum, Bandkern, Nucleus taeniaeformis, Nucleus lateralis) anlegt. Zwischen Vormauer und Inselrinde liegt noch ein Markblatt, welches Lamina Fossae Sylvii (Capsula extrema) genannt wird. Der mediale Rand der Vormauer ist in seinem mittleren Theile dem lateralen Rande des Linsenkernes parallel; der laterale Rand der Vormauer hingegen accommodirt sich ein wenig den Inselwindungen und zeigt diesen entsprechende kleine Hervorragungen.

Die vordere Spitze des Linsenkernes reicht etwas weniger weit nach vorne als der Kopf des Schweifkernes, die hintere Spitze wieder etwas weniger nach hinten als der Thalamus. — In Schnittebenen, wo man nicht die grösste Ausdehnung des Linsenkernes getroffen hat, ist sein sagittaler Durchmesser selbstverständlich geringer.

Um ein klares Bild vom Linsenkerne zu bekommen, schneide man an der anderen Hemisphäre in senkrechter, frontaler Richtung durch den vorderen Theil des Thalamus (Fig. 16). Auch jetzt erscheint der Linsenkern in der Gestalt eines Keiles, dessen (laterale) Basis parallel der Inselrinde, dessen mediale Spitze, spitzwinkeliger als am Horizontalschnitte, unter dem Thalamus liegt. — Zwischen Linsenkern

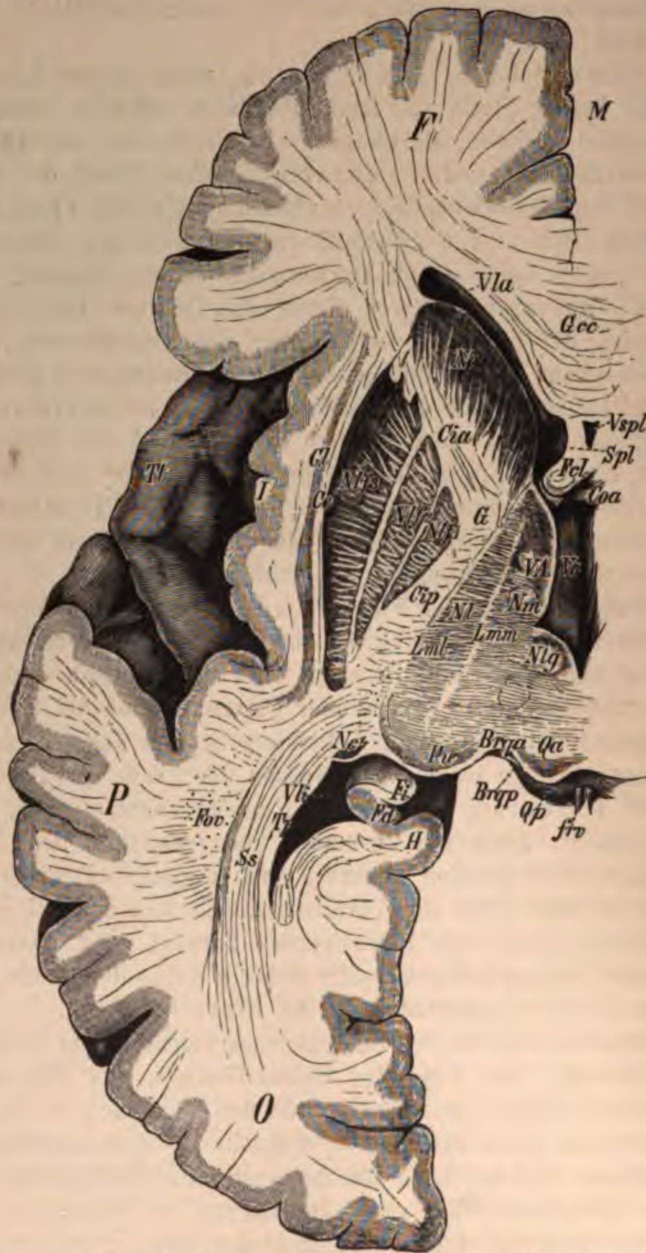


Fig. 15. Horizontalschnitt, 1 Centimeter tiefer als Fig. 14. Nat. Grösse. Der Rest des Operculum lateral von der Insel ist entfernt. *Brqa* vorderer Vierhügelarm, *Brqp* hinterer Vierhügelarm, *Ce* Capsula externa, *Cia* vorderes Glied der inneren Kapsel, *Cip* deren hinteres Glied, *Cl* Claustrum, *Coa* vordere Commissur, *F* Stirnlappen, *Fcl* Columna fornicis, *Fd* Fascia dentata, *Fi* Fimbria, *Fov* senkrechtes Occipitalbündel von Wernicke,

Fiv Frenuium veli anterioris, *G* Knie der inneren Kapsel, *Gcc* Genu corporis callosi, *H* Gyrus hippocampi, *I* Insel, *Lml* Lamina medullaris thalami lateralis, *Lmm* Lamina medullaris thalami medialis, *M* Mantelspalte, *Nc* Nucleus caudatus (Kopf), *Nc1* Nucleus caudatus (Schweif), *Nl* Nucleus lateralis thalami, *Nlf* Linsenkern, *Nlf1* und *2* Globus pallidus, *Nlf3* Putamen, *Nm* Nucleus medialis thalami, *Ntg* Nucleus tegmenti ruber, *O* Hinterhauptslappen, *P* Scheitellappen, *Pu* Pulvinar thalami, *Qa* vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *Spl* Septum pellucidum, *Ss* Sagittales Marklager des Hinterhauptslappens, *Tp* Tapetum, *Tt* Gyrus temporalis transversus, *VA* Vicq d'Azyr'sches Bündel, *Vla* Vorderhorn des Seitenventrikels, *Vlp* dessen Hinterhorn, *Vsp* Ventriculus septi pellucidi, *V3* dritter Ventrikel.

und Inselrinde macht sich wieder das graue Band der Vormauer bemerkbar, eingeschlossen von der Capsula externa und der Lamina Fossae Sylvii. — Jenes Gebiet, welches auf solchen und auf weiter rückwärts gelegten Frontalschnitten basalwärts vom Thalamus angetroffen wird und aus grauer und weisser Substanz besteht, bezeichnet man als Regio subthalamica; sie kann erst bei der Beschreibung des feineren Baues besprochen werden. Ist der Schnitt gerade hinter das Chiasma nervorum opticorum (also ein wenig vor dem in Fig. 16 dargestellten) gelegt, so sieht man noch besser als an dieser Abbildung das laterale Gebiet des Linsenkernes basal- und medialwärts in directem Zusammenhang mit einer grauen Masse, welche als der verdickte Theil der Hirnrinde einer Schläfenwindung, *Am* (Mandelkern, Nucleus amygdaliformis), aufgefasst wird.

Zwischen Linsenkern und Mandelkern schiebt sich der Tractus opticus, *II*, bei seinem Verlaufe um den Pedunculus cerebri hinein.

Die **Marksubstanz des Grosshirns** erreicht in jeder Hemisphäre ihre grösste Ausdehnung oberhalb der Centralganglien (oder Basalganglien: Schweifkern, Linsenkern und Sehhügel). An Horizontalschnitten in der Höhe der oberen Balkenfläche erscheint die ganze Centralmasse der Hemisphäre markweiss (Centrum semiovale Vieusseni); *CsV*, vgl. auch den Frontalschnitt Fig. 16. An tiefer gelegenen Schnitten (Fig. 15), welche die drei grossen Ganglien gleichzeitig treffen, verdienen jene uns bereits bekannten markweissen Bänder, welche den Linsenkern umsäumen (ihn gewissermassen wie eine Kapsel einschliessen), besondere Beobachtung, die äussere und die innere Kapsel; letztere zerfällt am Horizontalschnitte in zwei Abtheilungen, welche unter einem stumpfen Winkel (Knie der inneren Kapsel), *G*, aneinanderstossen; man unterscheidet demnach ein vorderes Glied der inneren Kapsel, *Cia*, zwischen Linsenkern und Schweifkern, und ein hinteres Glied, *Cip* zwischen Linsenkern und Thalamus.

Als besondere weisse Markmassen haben wir noch zu erwähnen den Balken, den Fornix und die vordere Commissur.

a) **Der Balken.** Wenn wir beide Hemisphären auseinander ziehen und bis an den Grund der Spalte vordringen, so treffen wir auf

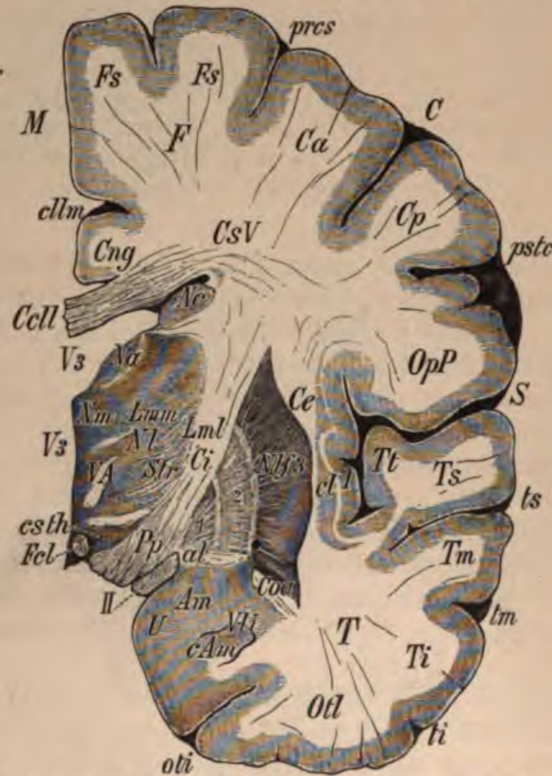


Fig. 16. Frontalschnitt durch die linke menschliche Grosshirnhemisphäre (hinterer Theil). Nat. Grösse. *II* Tractus opticus, *al* Gegend der Linsenkernschlinge, *Am* Amygdala, *C* Centralspalte, *Ca* Gyrus centralis anterior, *cAm* vorderes Ende des Ammonshornes, *Ccll* Corpus callosum, *Ce* Capsula externa, *Ci* Capsula interna, *cl* Claustrum, *cllm* Sulcus calloso-marginalis, *Cng* Gyrus fornicatus, *Coa* Commissura anterior, *Cp* Gyrus centralis posterior, *csth* corpus subthalamicum, *CsV* Centrum semiovale Vieussenii, *F* Stirnlappen, *Fcl* Fornixsäule, *Fs* Gyrus frontalis superior, *I* Insel, *Lml Lmm* Lamina medullaris thalami lateralis et medialis, *M* Mantelspalte, *Na Nm Nl* Nucleus anterior, medialis et lateralis thalami, *Nc* Schweif des Nucleus caudatus, *Nlf 1, 2, 3* die drei Glieder des Linsenkernes, *Op P* Operculartheil des unteren Scheitelläppchens, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *Otl* Gyrus occipito-temporalis lateralis, *Pp* Pes pedunculi, *prcs* oberer Theil des Sulcus praecentralis, *ptsc* Sulcus postcentralis, *S* Fissura Sylvii, *Str* Stratum reticulare, *T* Schläfenlappen, *Ti Tm Ts* Gyrus temporalis inferior, medius, superior, *ti tm ts* Sulcus temporalis inferior, medius, superior, *Tt* Gyrus temporalis transversus, *U* Uncus gyri hippocampi, *VA*, *Vicq d'Azyr*'sches Bündel, *Vli* vorderstes Ende des Unterhornes vom Seitenventrikel, *V3* dritter Ventrikel.

einen weissen Körper von 7 bis 9 Centimeter sagittaler Ausdehnung, welcher von einer Hemisphäre in die andere hinüberzieht

und eine leichte Querfaserung zeigt, den Balken, *Cell* (Corpus callosum). Ausser dieser Querstreifung sieht man auch noch mehr oder minder deutlich nahe der Mittellinie zwei dünne Streifchen in sagittaler Richtung über den Balken verlaufen (Striae longitudinales mediales, Nervi Lancisii), *Stlm* (Fig. 19), und zwischen ihnen eine Furche, die Raphe, Sutura corporis callosi. Das im Grunde der Mantelspalte freiliegende Stück des Balkens, Balkenstamm, entspricht mit seiner Ausstrahlung in die Substanz der Hemisphären (Radiatio corporis callosi) nur einem Theil dieses Körpers. Ein Sagittalschnitt in der Medianlinie (Fig. 17 und 18) lässt erkennen, dass der Balken an seinem hinteren Ende gerade über den Vierhügeln wulstartig verdickt und eingerollt ist, Splenium corporis callosi (Balkenwulst), *Spcc*. Derselbe Sagittalschnitt zeigt, dass der Balkenkörper vorne nach unten umbiegt, Balkenknie, *Gcc* (Genu corporis callosi), um, alsbald rasch schmäler werdend, sich fast direct nach hinten zu wenden (Rostrum, Schnabel des Balkens), *Rcc*. In der centralen Markmasse strahlen die Balkenfasern in einer später eingehender zu beschreibenden Weise auseinander. Jener dreieckige Raum, der zwischen dem Balkenkörper einerseits und dem Knie und Schnabel andererseits übrig bleibt, bis zu dem gleich zu besprechenden Fornix (Fig. 18), wird durch zwei dünne nervöse Platten ausgefüllt, *Splc* (Septum pellucidum, durchsichtige Scheidewand); zwischen diesen findet sich ein medianer, senkrecht gestellter Spalt, der allseitig geschlossen und nicht unbedeutenden individuellen Verschiedenheiten bezüglich seiner Grösse unterworfen ist (Ventriculus septi pellucidi, Ventriculus quintus), *Vspl* (Fig. 14 und 15). Der untere Winkel des Septum setzt sich zwischen Rostrum corporis callosi und Fornix in den Pedunculus septi pellucidi (Fig. 17 und 19), *Pspl*, an der Hirnbasis fort. Septum pellucidum und Fornix sind in Fig. 17 nur bis + und ⧺ zu sehen; die Hauptmasse von beiden ist an dem Präparate entfernt worden.

b) **Der Fornix** (Gewölbe, voute à trois ou quatre piliers, trigone cerebral) erscheint als ein paariger Längsfaserzug, welcher unterhalb des Balkens einen nahezu vollständigen Bogen bildet (Fig. 18) und gewissermassen den Thalamus überspannt. Der Fornix kommt als flaches, nur mit einer Kante angewachsenes Band, Fimbria, *Fi*, aus dem Unterhorne des Seitenventrikels herauf und erreicht, mit dem der anderen Seite convergirend (es sind dies die Crura fornicis, hintere Gewölbsschenkel), *Fcr*, die Unterfläche des Balkens vor dem Splenium, welcher er dann enge anliegt, während er von dem unterhalb befindlichen Thalamus durch den Raum des Gehirnventrikels getrennt ist.

Beide Crura fornicis vereinigen sich in Folge ihrer Convergenz unter dem Balken, ein wenig vor der hinteren Commissur, verlaufen

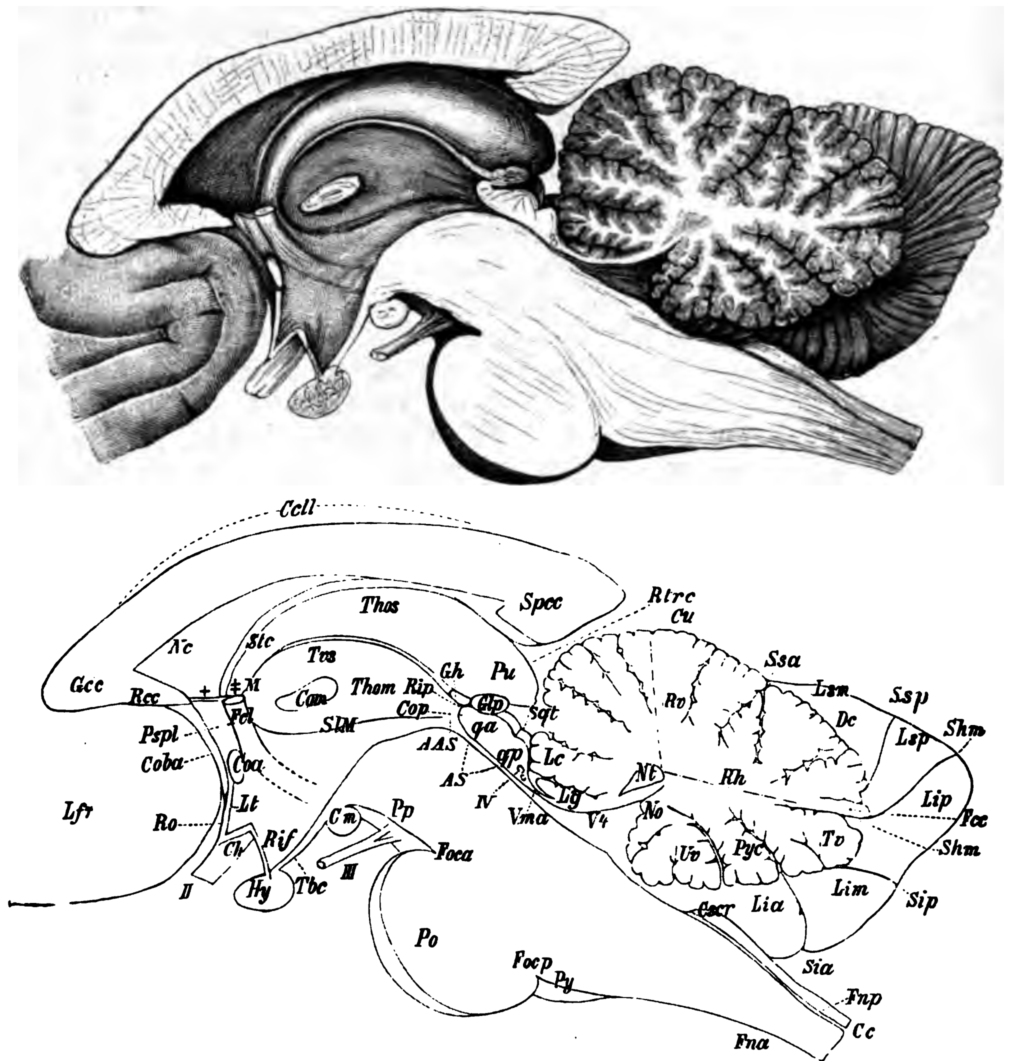


Fig. 17. Sagittalschnitt durch das Gehirn in der Medianlinie, rechte Hälfte. Nat. Grösse. Von den Grosshirnwindungen in der Mantelspalte ist nur ein Theil des Stirnlappens *Lfr* gezeichnet. *II* Nervus opticus, *III* Nervus oculomotorius, ***AAS*** Aditus ad aquaeductum Sylvii, ***AS*** Aquaeductus Sylvii, ***Cc*** Canalis centralis, ***Ccll*** Corpus callosum, ***Ch*** Chiasma ***Cm*** Corpus mammillare, ***Coa*** Commissura anterior, ***Coba*** Commissura baseos alba, ***Com*** Commissura mollis, ***Cop*** Commissura posterior, ***Cscr*** Calamus scriptorius, ***Cu*** Culmen, ***Dc*** Declive, ***Fcc*** Folium cacuminis, ***Fcl*** Columna fornicis bei + durchgeschnitten, ***Fna*** Funiculus anterior medullae spinalis, ***Fnp*** Funiculus posterior medullae spinalis, ***Foca*** Foramen coecum anterius, ***Focp*** Foramen coecum posterius, ***Gcc*** Genu corporis callosi, ***Gh*** Ganglion habenulae, ***Glp*** Glandula pinealis, ***Hy*** Hypophysis, ***Lc*** Lobulus centralis, ***Lg*** Lingula, ***Lia*** Lobus cerebelli inferior anterior, ***Lim*** Lobus cerebelli inferior medius, ***Lip***

Lobus inferior posterior, *Lsm* Lobus cerebelli superior medius, *Lsp* Lobus cerebelli superior posterior, *Lt* Lamina terminalis, *M* Gegend des Foramen Monroi, *Nc* Nucleus caudatus, *No* Nodulus, *Nt* Nucleus tecti, *Po* Pons, *Pp* Pes pedunculi, *Pspl* Pedunculus septi pellucidi bei + durchschnitten, *Pu* Pulvinar thalami optici, *Pyc* Pyramis cerebelli, *qa* Corpus quadrigeminum anterius, *qp* Corpus quadrigeminum posterius, *Rcc* Rostrum corporis callosi, *Rh* Ramus medullaris cerebelli horizontalis, *Rif* Recessus Infundibuli, *Rip* Recessus infrapinealis, *Ro* Recessus opticus, *Rtrc* Rima transversa cerebri, *Rv* Ramus medullaris cerebelli verticalis, *Shm* Sulcus horizontalis magnus, *Sia* Sulcus cerebelli inferior anterior, *Sip* Sulcus cerebelli inferior posterior, *SlM* Sulcus Monroi, *Spcc* Splenium corporis callosi, *Sqt* Sulcus corpor. quadrigemin. transversus, *Ssa* Sulcus cerebelli sup. ant., *Ssp* Sulcus cerebelli sup post., *Stc* Stria cornea, *Tbc* Tuber cinereum, *Thom* mediane Fläche des Thalamus opticus, *Thos* obere Fläche des Thalamus opticus, *Tv* Tuber valvulae, *Tv3* Taenia ventriculi tertii, *Uv* Uvula, *Vma* Velum medullare anterius, *V4* Vierter Ventrikel.

eine etwa 20 bis 25 Millimeter lange Strecke weit als ein anscheinend einziger Strang, *Fcp* (Körper des Fornix), fest mit dem Balken verwachsen nach vorne, trennen sich aber dann wieder von diesem, indem sich das Septum pellucidum, *Spcl*, einschiebt. Nun ist der Fornix auch wieder deutlich in zwei nahezu rundliche Stränge, *Fcl* (Columnae fornicis, Säulen, vordere Fornixschenkel) gespalten (Fig. 14 und 15, 17 und 18), welche in weiterer Fortsetzung des grossen Bogens nicht blos basalwärts, sondern auch nach hinten ziehen; dabei sind sie aber von einer dünnen Schichte grauer Substanz bedeckt, die der medialen Fläche des Thalamus opticus angehört. Entfernt man diesen schwachen grauen Beleg, so sieht man die Fornixsäulen als gesonderte Bündel bis an die Corpora mammillaria herantreten (Fig. 17), Radix ascendens fornicis (aufsteigender oder [nach *Meynert*] absteigender Gewölbsschenkel). — Von jedem Corpus mammillare aus kann man durch Abpräpariren der grauen Substanz noch ein Bündel in die Substanz des Thalamus aufsteigend hineinverfolgen, welches mit leichter lateraler Wendung bis zum Tuberculum anterius reicht; dieses sieht *Meynert* als eigentliche Fortsetzung des Fornix an, von dem er meint, er biege im Mammillarkörper schlingenförmig um. Eine solche Beziehung dieses Bündels zum Fornix wird von *Gudden* und *Forel* geleugnet, man pflegt es daher häufig nicht als absteigende Fornixwurzel (Radix ascendens nach *Meynert*) zu bezeichnen, sondern nennt es das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel (Fig. 15 und 16, *VA*). Beide Crura posteriora fornicis schliessen unterhalb des Balkens ein gleichschenkeliges, dreieckiges Feld mit deutlicher transversaler Faserung und nach vorne gerichteter Spitze ein (Psalterium, Lyra Davidis), Fig. 20, *Ps*. Es besteht aus einem dünnen Markblatte, welches oft mit der Unterfläche des Balkens nicht vollständig verwachsen, sondern von ihr durch

einen Spaltraum getrennt ist, *Verga*'scher Ventrikel (*Tenchini* und *Staurenghi*) (Fig. 20), *VV*. Die gesammte Länge des Fornix beträgt ungefähr 10 Centimeter.

c) **Die vordere Commissur**, Commissura anterior, *Coa* (Fig. 7, 15, 17 und 18), erscheint am Medianschnitte des Grosshirns als ein sehr auffallendes, quergetroffenes weisses Bündel vor den vorderen Gewölbsschenkeln, das nur in einem sehr kurzen Verlaufs-

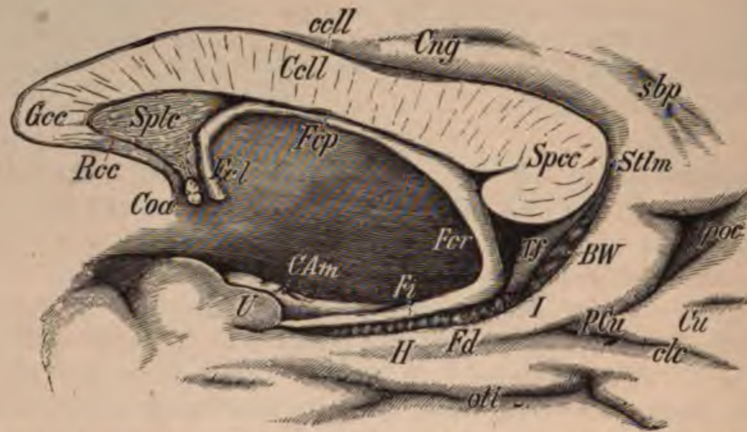


Fig. 18. Theil eines Medianschnittes durch das Groshirn. Der Thalamus opticus ist herausgebrochen, die Gebilde am Schläfenlappen durch Eindringen in die Fissura hippocampi ein wenig auseinandergezogen. Nat. Grösse.

BW Balkenwindung, *CAm* Cornu Ammonis, *Ccll* Corpus callosum, *ccl* Sulcus corporis callosi, *clc* Fissura calcarina, *Cng* Gyrus cinguli, *Coa* Commissura anterior, *Cu* Cuneus, *Fcl* Columna fornicis, *Fcp* Corpus fornicis, *Fcr* Crus fornicis, *Fd* Fascia dentata, *Fi* Fimbria, *Gcc* Genu corporis callosi, *H* Gyrus hippocampi, *I* Isthmus gyri fornicati, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *PCu* Pedunculus cunei, *poc* Fissura parieto-occipitalis *Rcc* Rostrum corporis callosi, *sbp* Sulcus subparietalis, *Spcc* Splenium corporis callosi, *Splc* Septum pellucidum, *Stlm* Stria longitudinalis medialis, *Tf* Tuberculum fasciae dentatae.

stücke in der Mittellinie freiliegt und alsbald unterhalb des Streifenhügels in die Substanz der Hemisphäre eindringt. — Man kann sowohl durch einfaches Abpräpariren, sowie auf Frontal- und Horizontalschnitten die vordere Commissur leicht als scharf gesondertes Bündel weiter verfolgen, das zunächst lateralwärts, dann bogenförmig rückwärts gewendet unter dem Linsenkerne weiter zieht.

Es muss noch jener Theil der **Hirnbasis**, welcher vor dem Chiasma nervorum opticorum gelegen und dem Vorderhirne zuzurechnen ist, näher beschrieben werden (Fig. 19). Wir haben hier die laterale Partie von der mittleren zu trennen. Seitlich treffen wir ein lichtgraues Feld, welches

hinten vom Tractus opticus, vorne von den Stirnwindungen und an der Seite von den Schläfenwindungen *(T)* begrenzt ist: die Substantia perforata anterior (Lamina cribrosa), *Spa*. Namentlich im vorderen seitlichen Theile dieses Feldes fallen die zahlreichen groben Gefässlücken auf, welche der ganzen Gegend ihren Namen gegeben haben. Von der Seite her, aus den Schläfenwindungen, sieht man einzelne weisse Markbündel über die Substantia perforata anterior ziehen, sich dann im Bogen über die quer vorgelagerte Stirnwindung nach vorne wenden und einen freien weissen Strang erreichen, den Tractus nervi olfactorii (Riechnerv), *Trol*. Letzterer verläuft in sagittaler Richtung ein wenig medianwärts gewendet nach vorne, ist circa 3·5 Centimeter lang und trägt an seinem vorderen Ende eine graugelbliche Anschwellung, den Bulbus nervi olfactorii (Riechkolben), *Bol*.

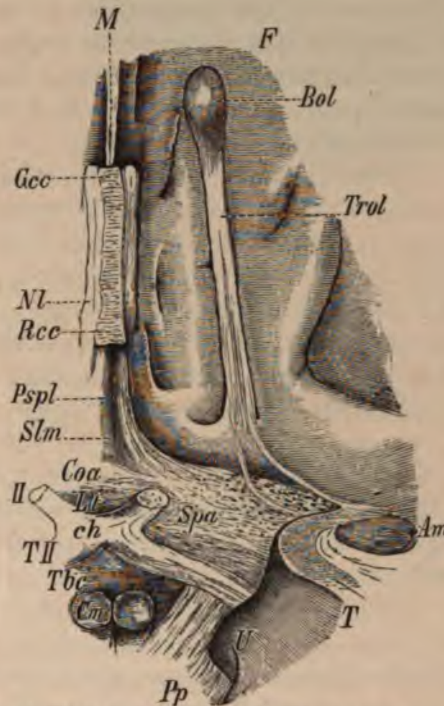


Fig. 19. Theil der Hirnbasis, linke Hemisphäre vor dem Chiasma nervorum opticorum. Die Spitze des Schläfenlappens ist weggeschnitten. *II* Nervus opticus, *Am* Amygdala, *Bol* Bulbus olfactorius, *ch* Chiasma, *Cm* Corpus mammillare, *Coa* Hervorwölbung in der grauen Bodencommissur durch die Commissura anterior bedingt, *F* Stirnlappen, *Gcc* Genu corporis callosi, *Lt* Lamina terminalis, *M* Mantelspalte, *Nl* Nervus Lancisii, *Pp* Pes pedunculi, *Pspl* Pedunculus septi pellucidi, *Rcc* Rostrum corporis callosi, *Slm* Sulcus medius substantiae perforatae anterioris, *Spa* Substantia perforata anterior, *T* Schläfenlappen, *Tbc* Tuber cinereum, *Trol* Tractus olfactorius, *TII* Tractus opticus, *U* Uncus.

Der mittlere, gerade vor dem Chiasma nervorum opticorum gelegene Theil der Hirnbasis ist schmäler als die Substantia perforata, reicht aber weiter nach vorne; er bildet den vordersten Theil der grauen Bodencommissur. Jener Abschnitt, welcher zunächst vor dem Chiasma liegt, ist sehr zart und leicht zerreisslich; man bezeichnet ihn als Lamina terminalis (Schlussplatte), *Lt* (vgl. auch Fig. 17). — Eine schwache quere Erhebung *(Coa)* wird durch die von einer dünnen Schicht der grauen Bodencommissur bedeckte vordere Hirncommissur bedingt.

Vor diesem Querwulste trifft man in der Mittellinie eine Furche, Sulcus medianus substantiae perforatae anterioris, *Slm,* welche bis zum Balkenschnabel, *Rcc*, hinführt.

Unter dem Balkenrostrum wird man ferner seitlich vom Sulcus medianus zwei dünne Längswülste herauskommen und neben der Hirnrinde langsam sich verbreiternd nach rückwärts ziehen sehen: Stiel des Septum pellucidum (Pedunculus septi pellucidi), *Pspl.* Die Pedunculi septi pellucidi wenden sich dann seitwärts und verlieren sich auf der Substantia perforata anterior.

Ueber die ersten Anlagen des primären und des secundären Vorderhirns haben wir bereits (pag. 46) gesprochen. Am Boden des primären Vorderhirns bildet sich weiterhin eine mächtige Verdickung heraus, Streifenhügel und Linsenkern (wenigstens dessen lateraler Theil, Putamen). Ein mächtiger Faserzug nimmt später seinen Weg von der Hirnrinde mitten durch diese graue Substanz hindurch, um spinalwärts weiter zu ziehen; diese zerfällt dadurch in zwei Abtheilungen, eine obere, mediale, frei in den Ventrikel ragende (Nucleus caudatus), und eine untere, laterale (Linsenkern); der weisse Faserzug selbst stellt die innere Kapsel dar. Wir waren auch gezwungen, dem Gange der Betrachtungen vorgreifend, bereits bei Besprechung der Entwickelung des Zwischenhirns (pag. 80) der Tela choroidea media Erwähnung zu thun. Dort, wo die zeitlebens dünn bleibende Decke des Zwischenhirns (und auch des primären Vorderhirns) an die später herauswachsenden secundären Vorderhirnblasen angrenzt, bildet sich ein verdickter Bogen von Nervenfasern, der Fornix. Als eine ziemlich späte Bildung tritt der Balken auf. Die medialen einander zugekehrten Flächen beider Vorderhirnbläschen verwachsen nämlich derart miteinander, dass der obere und untere Theil dieser beiden Flächen (wenigstens in ihrem vorderen Abschnitte) freibleiben, und an dieser Verwachsungsstelle ziehen dann späterhin Fasern von einer Hemisphäre zur anderen hinüber (die Balkenfasern); die Spalte zwischen beiden Hemisphärenbläschen zerfällt dadurch in einen oberen, freien Theil, die Mantelspalte, und in einen unteren, abgeschlossenen Theil, Ventriculus septi pellucidi; der durch die Balkenfaserung von der übrigen freien Oberfläche abgeschnittene Theil der Hemisphärenbläschen bildet das Septum pellucidum.

Die secundären Vorderhirnbläschen, welche beim Menschen eine ganz besonders mächtige Entwickelung zeigen, bilden, wie wir bereits gezeigt haben, den Hirnmantel, Pallium; sie umkleiden sich allseitig mit grauer Substanz, der Hirnrinde. Beide Hemisphärenbläschen treiben an ihrer Unterseite eine nach vorne gerichtete Ausstülpung hervor, deren Höhle demnach mit dem Seitenventrikel (dessen Vorder-

horn) communicirt; es sind dies die Lobi olfactorii, deren centrale Höhle beim Menschen allerdings später verwächst, aber immer angedeutet bleibt.

Ueber zahlreiche Thatsachen, das Verhalten einzelner Vorderhirnabschnitte in der ganzen Wirbelthierreihe betreffend, haben wir durch *Edinger* Aufschluss erhalten; er hat gezeigt (vgl. auch pag. 47), dass nicht bei allen Thieren aus der primären Vorderhirnblase ein secundäres Vorderhirn auswächst. Bei den Rochen verdickt sich nur die frontale Wand des primären Vorderhirns zu einem oft ungeheuer grossen massiven Gebilde, welches auch das Stammganglion in sich aufnimmt; bei vielen Haien kann man aber schon die kleinen paarigen Ausstülpungen als erste Hemisphärenanlagen vor dieser Masse erkennen. Das Vorderhirn der Knochenfische besitzt an der Basis ein mächtiges Stammganglion, Corpus striatum, welches man früher irrthümlicherweise fast immer für die eigentliche Grosshirnhemisphäre gehalten hat, während der dorsale Theil der Vorderhirnblase, der Hirnmantel, nur durch eine dünne Epithelschichte repräsentirt erscheint, welche bei den gewöhnlichen Präparationsmethoden zerreissen muss.

Von den Fischen aufwärts finden wir bei allen Thieren einen deutlichen Hirnmantel, der sich über die basalen Stammgebilde hinüberwölbt; je höher stehend das Thier, um so ausgebildeter der Hirnmantel, sowohl die graue Rinde als die derselben angehörige weisse Markmasse.

Die Riechlappen sind bei den meisten Thieren weitaus besser entwickelt als beim Menschen, namentlich manche Knorpelfische besitzen ganz enorm ausgebildete Bulbi olfactorii. Bei den Vögeln ist der Geruchssinn im Allgemeinen nur wenig ausgebildet, und damit auch der dem Geruchssinn dienende Hirnbezirk. Ueber die centralen Riechapparate der Säugethiere wird später gelegentlich der Beschreibung des ersten Hirnnervenpaares Eingehenderes mitgetheilt werden.

Der Balken ist bei niederen Säugethieren nur schwach entwickelt; den Monotremen und Edentaten fehlt er nahezu vollständig, den anderen Wirbelthierclassen aber gänzlich.

Relativ gross erscheint bei vielen Säugethieren der Fornix, und zwar umsomehr, als die graue Substanz des Ammonshornes längs des Fornix über den Thalamus weit nach vorne zieht.

6. Die Ventrikel des Grosshirns.

Trotzdem die anatomischen Verhältnisse der Grosshirnventrikel ziemlich einfache zu sein scheinen, so ist doch eine richtige Auf-

fassung ihrer morphologischen Beziehungen zum Gehirn nur auf Grundlage eingehender genetischer Betrachtungen möglich.

Unterhalb des Balkenwulstes (Fig. 17) befindet sich eine quere Spalte, Querschlitz des grossen Gehirns (Fissura transversa cerebri anterior, Rima transversa, auch Fissura Bichati genannt), *Rtrc*, welche den allerdings noch durch die inneren Hirnhäute verschlossenen Zugang in die Grosshirnhöhlen darstellt. Entfernt man den oberen Theil

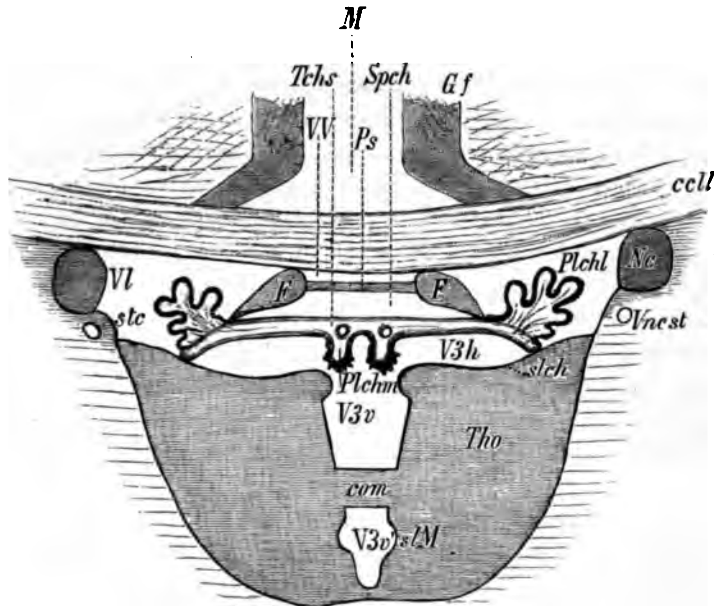


Fig. 20. Schema der Grosshirnventrikel und des Plexus choroideus. *ccll* Corpus callosum, *com* Commissura mollis, *F* Fornix, *Gf* Gyrus fornicatus, *M* Mantelspalte, *Nc* Nucleus caudatus, *Plchl* Plexus chorideus lateralis, *Ps* Psalterium, *slch* Sulcus choroideus, *slM* Sulcus Monroi, *Spch* Suprachoroidalraum, *stc* Stria cornea, *Tchs* Tela choroidea superior, *Tho* Thalamus opticus, *Vl* Seitenventrikel, *V3h* horizontaler Theil des Seitenventrikels, *V3v* dessen verticaler Theil, *Vncst* Vena striae corneae, *VV* *Verga*'scher Ventrikel.

der Hemisphären mit dem Balken und dem Fornix (für die fernere Präparation lasse man den Fornix der einen Seite vorderhand bestehen), so gewinnt man noch nicht den Anblick, den Fig. 7 darbietet, sondern es tritt erst ein gefässreiches fibröses Blatt vor Augen; dasselbe ist über die Oberfläche beider Thalami optici ausgespannt und besitzt die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes. Die Basis des Dreieckes entspricht dem Querschlitz, die vordere Spitze den Fornixsäulen, während die Seitenränder medial von der Stria cornea und ihr parallel an die Thalami angeheftet sind (Fig. 20); dieses Blatt ist die Tela

choroidea superior, *Tchs* (Velum triangulare, interpositum, oberer Gefässvorhang). An den lateralen Rand der Tela schliesst sich ein nach hinten hin mächtiger werdendes zottiges Convolut von Gefässschlingen (sogenannten Choroidalzotten) an, welches man als seitliches Adergeflecht des Grosshirns, *Plchl*, bezeichnet. Seine stärkste Entwickelung besitzt der Plexus choroideus lateralis etwa in einer Linie mit dem hinteren Rande der Tela choroidea, woselbst er zu dem sogenannten Glomus anschwillt. Von hier aus setzt sich der Plexus als rundlicher Strang noch weiter fort, biegt, dem Verlaufe des Fornix folgend, nach unten und weiterhin nach vorne um und gelangt so bis an die vorderste Spitze jenes Theiles der Seitenhöhle, den wir alsbald als Unterhorn kennen lernen werden.

Wenn der Fornix, *F*, noch nicht entfernt worden war, so bemerkt man, dass sein scharfer lateraler Rand mit der Tela choroidea in einer Linie verwachsen ist, welche ebenfalls der Stria cornea und der Anheftungsstelle der Tela an den Thalamus ziemlich parallel, aber medial von beiden verläuft. Diese Strecke ist am Thalamus durch eine seichte Furche ausgedrückt, Sulcus choroideus, *Slch* (Fig. 12 und 20).

Plexus choroidei medii (mittlere Adergeflechte), *Plchm*, heissen zwei feine mit Choroidalzotten besetzte Streifen an der Unterseite der Tela choroidea, welche nahe der Mittellinie von der Spitze des Dreieckes bis an seine Basis verlaufen.

Durch die beschriebene Anheftung der Tela choroidea superior an die Thalami wird der ganze Hohlraum im Inneren des Grosshirns in drei Hauptabtheilungen geschieden, in eine mittlere, den mittleren Ventrikel, V_3, und in zwei symmetrische seitliche, die Seitenventrikel, *Vl*. Ausserdem bleibt noch zwischen Tela choroida und dem Fornix mit Einschluss des Psalteriums, *Ps*, ein Spaltraum übrig, also unterhalb dem *Verga*'schen Ventrikel, der im Schema absichtlich zu weit gezeichnet wurde, Spatium suprachoroideum, *Spch*.

Der **mittlere Ventrikel** (dritter Ventrikel, Ventriculus tertius) besteht aus zwei Abschnitten, einem verticalen und einem horizontalen, so dass er am Frontalschnitte T-förmig erscheint.

Der vertical gestellte Spalt zwischen beiden medialen, grauen Flächen der Thalami (Fig. 20, V_3v und V_3v' und Fig. 14, 15 und 16) ist der Haupttheil des mittleren Ventrikels. In seinen hinteren Theil eröffnet sich der Aquaeductus Sylvii, Aditus ad Aquaeductum, *AAS* (Fig. 17), von hier aus senkt sich sein Boden ziemlich rasch bis zur Spitze des Infundibulums, *Rif*, herab. Die vordere Wand des Ventrikels wird durch die uns bereits bekannte Lamina cinerea terminalis, *Lt*, gebildet. Ihr unterstes Stück wird durch das Chiasma derart gegen

den Ventrikel hineingedrückt, dass vor jenem eine Ausbuchtung des Ventrikels entsteht (Recessus chiasmatis, Recessus opticus), *Ro*. Der freie obere Rand des verticalen Ventrikelabschnittes wird durch die Stria medullaris Thalami gebildet, an welche meist durch Vermittlung der Taenia ventriculi tertii, Tv_3, die Plexus choroidei medii angeheftet sind. Vorne, wo die Stria medullaris schon den vorderen Fornixschenkeln ganz nahe gekommen ist, bleibt zwischen Fornix und Thalamus eine Lücke, Fig. 17 bei *M*, Foramen Monroi, durch welche der Plexus choroideus lateralis mit einer Vene aus dem Seitenventrikel hereindringt und in den Plexus choroideus medius umbiegt. Dieses Foramen Monroi stellt auch die einzige directe Verbindung zwischen mittlerem Ventrikel und den Seitenventrikeln dar. Vergleiche auch Fig. 2.

An der medialen Fläche des Thalamus macht sich eine seichte Furche bemerkbar, welche in leicht geschwungenem Bogen unter der Commissura mollis vom Foramen Monroi zum Aditus ad Aquaeductum Sylvii hinzieht, Sulcus Monroi, *SlM*.

Der horizontale Theil des dritten Ventrikels, V_3h, welcher häufig in den Darstellungen nicht mehr dazu gerechnet wird, umfasst den Raum, welcher oben von der Unterfläche der Tela choroidea superior und unten von der oberen Fläche des Thalamus bis zur Anheftungsstelle der Tela umschlossen wird. Es ist begreiflich, dass dieser horizontale Spalt, entsprechend der Form der Tela choroidea media, nach vorne zu immer schmäler wird und endlich spitzwinklig endet.

Die beiden **paarigen Seitenventrikel** (Ventriculi laterales, tricornes) *Vl*, liegen im Inneren jeder Grosshirnhemisphäre und communiciren durch das Foramen Monroi mit dem mittleren Ventrikel; direct stehen sie aber miteinander nicht in Verbindung.

Gleichwie die gesammte Grosshirnhemisphäre als ein nach vorne offener Bogen aufzufassen ist, der beim Menschen eine hintere Verlängerung (Hinterhauptslappen) besitzt, so stellt auch jeder Seitenventrikel eine solche bogenförmige Höhle dar, von deren Convexität noch ein eigener für den Occipitallappen bestimmter Ansatz nach hinten abgeht.

Wir unterscheiden an jedem Seitenventrikel (Fig. 12, 14, 15) den mittleren Haupttheil (Cella media) und von diesem ausgehend eine vordere Verlängerung (Vorderhorn), *Vla*, die erwähnte Verlängerung nach hinten, das Hinterhorn, *Vlp*, und endlich den unteren Theil des Bogens, das Unterhorn, *Vli*.

Das **Vorderhorn** ist der Theil des Seitenventrikels, welcher dem Kopfe des Streifenhügels entspricht und noch ein Stück weiter nach vorne in den Stirnlappen reicht; seine mediale Wand wird von dem

Septum pellucidum gebildet, der Balken stellt die vordere Wand und das Dach her.

Die **Cella media** beginnt etwa beim Foramen Monroi. Ihr Dach ist der mittlere Theil des Balkenkörpers, am Boden der Höhle liegen (von aussen nach innen): der Schweif des Nucleus caudatus, die Stria cornea, der laterale Theil des Thalamus und der Plexus choroideus lateralis (Fig. 12 und 20). Man kann auch die obere Fläche des Fornix, insoweit dieser nur mit seiner medialen Kante dem Balken anliegt, zu den Basalgebilden der Cella media rechnen.

Das **Hinterhorn** des Seitenventrikels (Fig. 21) beginnt etwa in der Breite des Splenium corporis callosi und reicht meist ziemlich nahe an die hintere Spitze der Hemisphäre heran; zur lateralen, oberen Wand hat das Hinterhorn die Ausstrahlungen aus der Gegend des hinteren Balkenendes, das Tapetum, *Tp*. Die mediale und untere Wand des Spaltes wird, wenn man unmittelbar hinter dem Splenium einen Frontalschnitt anlegt, aus drei mehr oder minder deutlich ausgeprägten Längswülsten gebildet. Der oberste entspricht der Faserung aus dem Balkensplenium, Forceps posterior (Bulbus cornu posterioris), *Bcp*. Der mittlere Wulst (Calcar avis, Pes hippocampi minor, kleiner Seepferdefuss), *Phmn*, entsteht dadurch, dass an der medialen Fläche des Gehirns eine constante Furche, die Fissura calcarina, *clc*, tief einspringt und so die Ventrikelwandung vorwölbt. Dieser Wulst ist in manchen Gehirnen stark ausgebildet und dann häufig schwach quer eingekerbt, woher eine höchst oberflächliche Aehnlichkeit mit einer Vogelklaue entstehen mag. — Der unterste, am wenigsten convexe Wulst wird durch einen Längsfaserzug in der weissen Substanz, Fasciculus longitudinalis inferior, *Fli*, gebildet. Ins Hinterhorn dringt der Plexus choroideus nicht ein.

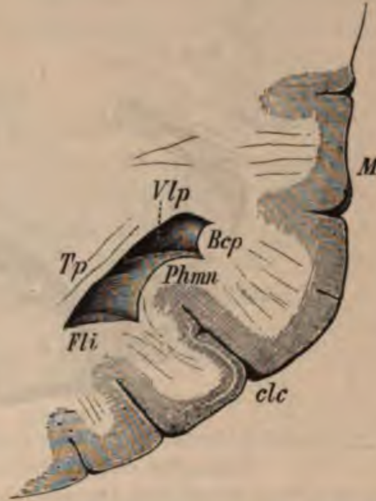


Fig. 21. Frontalschnitt durch die rechte Grosshirnhemisphäre (hinterer Theil) hinter dem Splenium corporis callosi. Nat. Grösse. *Bcp* Bulbus cornu posterioris, *clc* Fissura calcarina, *Fli* Fasciculus longitudinalis inferior, *M* mediale Hemisphärenfläche, *Phmn* Pes hippocampi minor, *Tp* Tapetum, *Vlp* Hinterhorn des Seitenventrikels.

Das **Unterhorn** (Fig. 22), *Vli,* erstreckt sich weit nach vorne in denjenigen Theil des Grosshirns, welchen man als Schläfenlappen bezeichnet, endet aber blind, etwa 2 Centimeter hinter dessen Spitze; es ist durch die Fissura Hippocampi, *h* (Ammonsfurche), anscheinend gegen die mediane Hemisphärenfläche offen. Die laterale und obere Wand des Unterhornes wird zum grossen Theile vom Tapetum, *Tp*, hergestellt, ausserdem verlaufen hier aber noch der Schweif des



Fig. 22. Frontalschnitt durch die rechte Grosshirnhemisphäre (vorderer Theil) hinter dem Uncus. Der oberste Theil ist weggelassen. Nat. Grösse.

II Tractus opticus, *CAm* Cornu Ammonis, *Ccl* Corpus callosum, *ccll* Sulcus corporis callosi, *Cgl*, Corpus geniculatum laterale, *Cgm* Corpus geniculatum mediale, *Cng* Cingulum, *EcM* Eminentia collateralis Meckelii, *F* Fornix, *fd* Fascia dentata, *Fi* Fimbria, *h* Fissura hippocampi, *H* Gyrus hippocampi, *Nc* Nucleus caudatus, *Op* Operculum, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *Otl*, *Otm* Gyrus occipitalis lateralis und medialis, *Pc* Plexus choroideus lateralis, *Pp* Pes pedunculi, *S* Fissura Sylvii, *Stc* Stria cornea, *Tho* Thalamus opticus, Tp Tapetum, *Ti*, *Tm*, *Ts* Gyrus temporalis inferior, medius, superior, *ti*, *tm*, *ts* Sulcus temporalis inferior, medius, superior, *Tt* Gyrus temporalis transversus, *U* Uncus, *Vli* Unterhorn des Seitenventrikels.

Nucleus caudatus, *Nc,* sowie die Stria cornea, *Stc,* nach vorne. Nahe dem vorderen Ende des Ammonshornes beginnt der zu einem sehr dünnen grauen Bande reducirte Schweif des Streifenhügels rasch anzuschwellen und geht in den bereits erwähnten Mandelkern, *Am* (Fig. 16 und 19), über.

Um die am Boden des Unterhornes befindlichen Theile kennen zu lernen, versuchen wir, von der medialen Seite her durch die Fissura Hippocampi, *h,* einzudringen; wir treffen dabei (Fig. 22 und 23) auf eine Succession von Gebilden, welche, nebeneinander gelagert, alle einen

longitudinalen Verlauf zeigen, und zwar 1. eine breite Hirnwindung, Gyrus hippocampi (Subiculum cornu Ammonis), *H*; an ihrer Oberfläche macht sich am frischen Gehirn ein leichter, netzförmig angeordneter weisser Beleg bemerkbar, Substantia reticularis Arnoldi; 2. im Grunde einer Furche mehr oder minder versteckt einen gekerbten, rosenkranzförmigen, grauen Strang, die Fascia dentata, *fd*; 3. einen dreikantigen oder flachgedrückten weissen Strang, die Fimbria, *Fi*; er

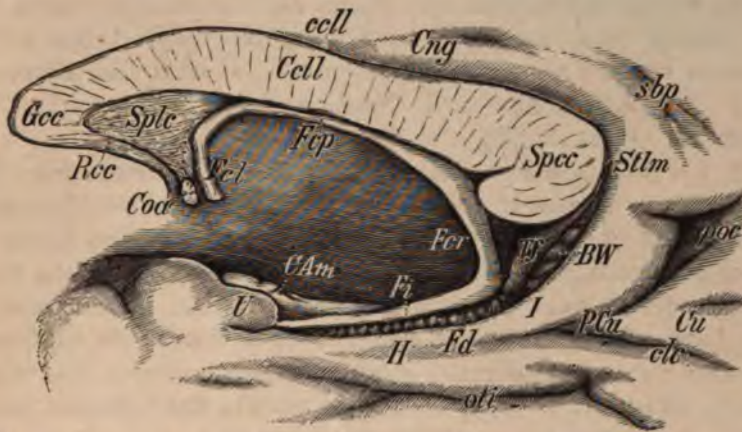


Fig. 23. Theil eines Medianschnittes durch das Grosshirn. Der Thalamus opticus ist herausgebrochen, die Gebilde am Schläfenlappen durch Eindringen in die Fissura hippocampi ein wenig auseinandergezogen. Nat. Grösse.

BW Balkenwindung, *CAm* Cornu Ammonis, *Ccll* Corpus callosum, *ccll* Sulcus corporis callosi, *clc* Fissura calcarina, *Cng* Gyrus cinguli, *Coa* Commissura anterior, *Cu* Cuneus, *Fcl* Columna fornicis, *Fcp* Corpus fornicis, *Fcr* Crus fornicis, *Fd* Fascia dentata, *Fi* Fimbria, *Gcc* Genu corporis callosi, *H* Gyrus hippocampi, *I* Isthmus gyri fornicati, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *PCu* Pedunculus cunei, *poc* Fissura parieto-occipitalis *Rcc* Rostrum corporis callosi, *sbp* Sulcus subparietalis, *Spcc* Splenium corporis callosi, *Splc* Septum pellucidum, *Stlm* Stria longitudinalis medialis, *Tf* Tuberculum fasciae dentatae.

bedeckt die Fascia dentata meist derart, dass letztere erst deutlich sichtbar wird, wenn man ihn wegdrängt; 4. hierauf folgt ein beträchtlicher weisser Wulst, das Ammonshorn (Cornu Ammonis, grosser Seepferdefuss, Pes hippocampi major), *CAm*, welcher vorne bedeutend anschwillt und dort deutliche Einkerbungen erkennen lässt; 5. ganz in der Tiefe des Unterhornes findet sich nicht selten noch ein Wulst, die Eminentia collateralis Meckelii, *EcM*, welche (sowie der Pes hippocampi minor des Hinterhornes) nur durch das tiefere Eindringen einer Hirnfurche, *oti*, hervorgewölbt wird. Die Eminentia collateralis wird vom Cornu Ammonis durch eine tiefe, das Subiculum gleichsam

spaltende Furche geschieden, die ich Fissura subiculi interna nennen will, ist gegen das Tapetum aber nicht scharf abgegrenzt.

Von diesen angeführten Gebilden liegen aber Subiculum und Fascia dentata vollständig und die Fimbria zum grossen Theile ausserhalb des eigentlichen Ventrikels. Die Fimbria besitzt eine scharfe Leiste, an welche sich der Plexus choroideus lateralis, *Pc*, ansetzt; nur der lateral von dieser Leiste gelegene Theil der Fimbria sieht wirklich ins Unterhorn; Ammonshorn und Eminentia collateralis sind es, welche thatsächlich den Boden des Unterhornes bilden.

Verfolgt man die verschiedenen zuletzt besprochenen Gebilde rückwärts bis zum Splenium corporis callosi, so sieht man Folgendes:

1. Das Subiculum cornu Ammonis setzt sich oberhalb des Balkens als Gyrus cinguli, *Cng*, fort.

2. Die Fascia dentata hat im Unterhorne das letzte freie Ende der Hirnrinde dargestellt; weiterhin gestaltet sich ihre Fortsetzung zu einem mit freiem Auge kaum erkennbaren, mit dem Gyrus cinguli zusammenhängenden dünnen Belag von grauer Substanz an der Oberseite des Balkens um, dem Induseum griseum, dessen freier medialer Rand verdickt erscheint und die schon ohne weitere Hilfsmittel sichtbaren Striae longitudinales mediales (Nervi Lancisii), *Stlm* (Fig. 19 und 23), bildet. Kurz bevor die Fascia dentata das Splenium corporis callosi erreicht und sich anschickt, stark reducirt an die Oberseite des Balkens emporzusteigen, schwillt sie noch kolbig an, gleichsam als ob sie hier durch das mächtige Splenium nach abwärts zusammengeschoben wäre: Tuberculum fasciae dentatae, *Tf (Zuckerkandl)*. Zwischen letzterem und dem aufsteigenden Gyrus hippocampi findet man ferner in der Tiefe meist einige kleine mit dieser Windung zusammenhängende Wülstchen von Rindensubstanz, welche bei vielen Thieren weitaus besser entwickelt sind und von *Zuckerkandl* als Balkenwindung, *BW*, beschrieben wurden. Ausnahmsweise sind sie auch beim Menschen zu einem strickartig gewundenen, ziemlich auffällig zu Tage tretenden Körper entwickelt, der unter dem Gyrus cinguli bis an die Oberfläche des Balkens reicht.

3. Die Fimbria wird zum Crus fornicis, *Fcr*, dabei muss sich das Splenium corporis callosi zwischen Fornix und Fortsetzung der Fascia dentata hineindrängen und es bleibt zwischen den beiden auseinanderweichenden, eben genannten Gebilden ein dreieckiges Gebiet von der Unterfläche des Balkens sichtbar.

Vom Foramen Monroi angefangen bis zum vorderen Ende des Ammonshornes treffen wir, entsprechend dem Hauptbogen des Seitenventrikels, respective des Fornix, eine bogenförmige Spalte, durch welche von der medialen Seite her der Plexus choroideus neben dem

Fornix in den Seitenventrikel einzudringen scheint (Fig. 20 und 22). Die Entwickelungsgeschichte lehrt aber, dass eine wirkliche Spalte (Fissura choroidea, Querspalte des grossen Gehirns, Randspalte, Adergeflechtsfurche) thatsächlich nicht existirt, dass vielmehr das Foramen Monroi als Rest der relativ viel bedeutenderen embryonalen Verbindung zwischen primärem und secundärem Vorderhirn, den einzigen offenen Zugang zum Seitenventrikel bildet. Die Adergeflechte, welche aus der primitiven Falx cerebri entstehen, entwickeln sich schon in einer sehr frühen fötalen Periode; bei ihrem weiteren Wachsthum stülpen sie die mediale Wand der Hemisphärenblase lateralwärts gegen das Innere dieser Blase, den zukünftigen Seitenventrikel, ein, und zwar in einer Linie, welche, vom Foramen Monroi beginnend, im Bogen über den Thalamus hinwegzieht (die spätere Querspalte). Dieser Linie entsprechend verdünnt sich im ganzen Bereiche des Plexus die von ihm vorgeschobene Hemisphärenwand und bildet schliesslich nur mehr den Epithelüberzug der Adergeflechte, welcher demnach im ganzen Verlaufe der Querspalte den wirklichen, wenn auch in der Dicke äusserst reducirten Abschluss des Ventrikels vervollständigt. In Fig. 20 entspricht der Raum zwischen lateraler Fornixkante und der Anheftung der Tela choroidea an den Thalamus der Querspalte. Hier sehen wir den Plexus choroideus in den Seitenventrikel vordringen.

Fig. 22 zeigt den Plexus choroideus, *Pc*, als Hemisphärenwand zweimal, sowohl im Unterhorn, als auch unterhalb des Balkens *(ccll)*; an letzterer Stelle ist auch die Einstülpung des Plexus zu erkennen.

Lachi, La tela coroidea superiore. Pisa 1888. *Mierzejevski*, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1872.

7. Die Furchen und Windungen an der Oberfläche des Grosshirns.

Fasst man das gesammte Grosshirn als einen Körper auf, der eine annähernd kugelförmige Gestalt hat, und denkt man sich diese Kugel durch einen sagittalen Schnitt in der Medianebene — der bereits erwähnten Mantelspalte entsprechend — in zwei Halbkugeln (Hemisphären) getrennt, so werden wir an jeder dieser beiden Hälften eine äussere, laterale, convexe und eine mediale, ebene Oberfläche zu unterscheiden haben. Beide Flächen treffen sich an einer zum grossen Theile scharfen Kante, der Mantelkante.

An der Oberfläche des Grosshirns machen sich beim erwachsenen Menschen (abgesehen von gewissen der Hirnoberfläche nicht angehörigen Gebilden, die wir in der Mitte der medialen Fläche antreffen) in

wechselnder Anzahl zahlreiche Furchen bemerkbar, zwischen welchen Windungen verlaufen. Nachdem die Erkenntniss platzgegriffen hatte, dass Furchen und Windungen keineswegs ganz regellos über die Hirnoberfläche vertheilt sind, sondern dass wenigstens ein grosser Theil von ihnen einem bestimmten Typus folgt, hat man sich vielfach bemüht, die Gesetze für die topographische Eintheilung dieser Gegend aufzufinden. Diese Untersuchungen, welche sich auf vergleichend anatomische, sowie auf entwickelungsgeschichtliche Erwägungen stützen, können noch nicht als vollkommen abgeschlossen betrachtet werden.

Wenn wir uns im Nachfolgenden hauptsächlich an die Darstellung von *A. Ecker* halten wollen, so hat dies zum Theil auch seinen Grund in dem Umstande, dass die von dem genannten Forscher eingeführte Nomenclatur von sehr vielen Seiten acceptirt, fast in allen Ländern verstanden, gewissermassen international geworden ist. Dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass auf Grund der zahlreichen Versuche, das Verständniss der Gehirnoberfläche zu fördern und den wahren Windungstypus festzustellen, mancherlei an dem von *Ecker* aufgestellten Typus modificirt werden musste.

Es ist häufig die Frage aufgeworfen worden, ob den Windungen oder den Furchen grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden sei. Die richtige Antwort lautet, dass uns unbedingt die Furchen zuerst beschäftigen müssen; die Windungen sind nicht das primär Entstehende, sie sind nur die Wälle, welche zwischen den Gräben übrig bleiben; denn betrachtet man ein embryonales Menschenhirn aus dem sechsten bis siebenten Monate oder das Gehirn eines Nagers, so sieht man allerdings einzelne Furchen, welche die glatte Oberfläche durchschneiden, aber keine Windungen; letztere bilden sich erst, wenn die Furchen zahlreicher werden und dadurch näher aneinander rücken.

Die Furchen an der Grosshirnoberfläche sind dreierlei Art und lassen sich ihrer Wichtigkeit nach in folgende Reihe bringen:

1. Hauptfurchen, Totalfurchen, Totalfalten, Fissurae, Scissurae, primäre Furchen.

2. Typische Nebenfurchen, secundäre Furchen, typische Rindenfalten (-Furchen), Sulci secundarii.

3. Atypische Nebenfurchen, tertiäre Furchen, atypische Rindenfalten, Sulci tertiarii.

Die Hauptfurchen treten im Laufe der Entwickelung zuerst auf und zeichnen sich am ausgebildeten Gehirne durch ihre Tiefe aus. Sie heissen auch Totalfurchen, weil sie in den früheren Embryonalperioden die damals nur dünne Hemisphärenwand gegen die Ventrikelhöhle vorwölben, wie wir dies beispielsweise auch noch am Gehirn

des Erwachsenen im Hinterhorne am Calcar avis erkennen können (Fig. 21, *Phmn*). — Die später auftretenden Nebenfurchen senken sich nur in die Oberfläche ein, sie finden sich entweder an jedem normalen menschlichen Gehirn (secundäre) oder sind in wechselnder Anzahl und Richtung zahlreichen individuellen Verschiedenheiten unterworfen (tertiäre Furchen).

Die durch die Furchen abgegrenzten Hemisphärentheile unterscheidet man in Lappen (Lobi), Läppchen (Lobuli) und Windungen (Gyri).

Die Hauptabtheilungen, in welche die Hemisphären zerfallen, nennt man Lappen, und zwar bezieht sich diese Eintheilung in Lappen nicht auf die Oberfläche allein, sondern begreift die Gesammtmasse des Grosshirns in sich. Jeder Lappen ist aus einer Anzahl von Windungen zusammengesetzt, von denen man einige im Sprachgebrauche als Läppchen bezeichnet. Von typischen Furchen eingeschlossene Windungen werden selbstverständlich wieder typisch sein, während die tertiären Furchen Veranlassung geben zur Bildung atypischer Windungen.

Man pflegt oft nur jene Windungen zu berücksichtigen, die an der freien Oberfläche des Gehirns zu Tage treten, und vergisst, dass auch in der Tiefe gewisser Furchen Windungszüge, allerdings meist von geringer Länge (Tiefenwindungen, Uebergangswindungen) vorkommen. Die oberflächlichen Verbindungsstücke zwischen zwei Windungen bezeichnet *Merkel* als Gyri transitivi. — Am menschlichen Gehirn beträgt die Flächenausdehnung der in der Tiefe der Windungen versteckten Rinde circa das Doppelte von dem an der freien Oberfläche sichtbaren Antheile.

Die Hauptfurchen.

1. Die Fissura Sylvii (Fossa Sylvii, Sylvische Furche, S. Grube, Fossa lateralis, Fig. 24). Sie unterscheidet sich schon durch die Art ihrer Entstehung wesentlich von den anderen Hauptfurchen. Sie entsteht nämlich dadurch, dass sich die ganze Hemisphäre während des Wachsthums des secundären Vorderhirnbläschens um den centralen Stammtheil herumkrümmt und so einen nach unten (und vorne) offenen Bogen bildet, welcher ein ebenfalls mit Rinde überzogenes, anfänglich ovales, dann dreiseitiges Gebiet, die Insel, einschliesst.

Während nun die Insel im weiteren Wachsthume an den Stammtheil gewissermassen angeheftet ist, können die dem Manteltheile angehörigen Partien der Hemisphären ungehindert weiter wachsen

und wölben sich dabei von drei Seiten her (vorne, oben und unten) so weit über die Insel *I* (Fig. 25), bis sie sich gegenseitig berühren und somit einen Spalt darstellen, die Fissura Sylvii, in dessen Grund man — wenn die Windungen auseinandergezogen werden — die Insel findet.

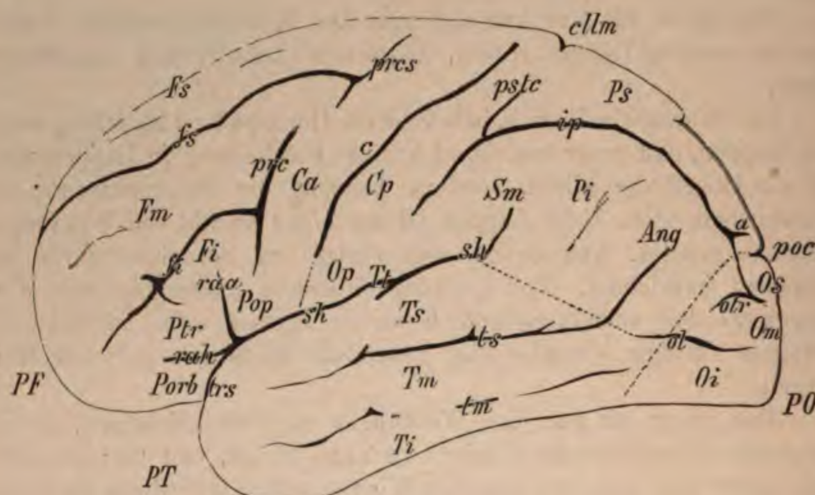


Fig. 24. Linke Grosshirnhemisphäre, von der Seite. $^1/_2$.*)
a constanter Seitenast der Interparietalfurche, *Ang* Gyrus angularis, *c* Centralspalte, *Ca* Gyrus centralis anterior, *cllm* Sulcus calloso-marginalis, *Cp* Gyrus centralis posterior, *fi* Sulcus frontalis inferior, *Fi* Gyrus frontalis inferior, *Fm* Gyrus frontalis medius, *Fs* Gyrus frontalis superior, *fs* Sulcus frontalis superior, *ip* Fissura interparietalis, *Oi* Gyrus occipitalis inferior, *ol* Sulcus occipitalis lateralis, *Om* Gyrus occipitalis medius, *Op* Operculum, *Os* Gyrus occipitalis superior, *otr* Sulcus occipitalis transversus, *PF* Frontalpol, *Pi* Lobulus parietalis inferior, *PO* Occipitalpol, *poc* Fissura parieto-occipitalis, seitlicher Theil, *Pop* Pars opercularis, *Porb* Pars orbitalis, *prc* Sulcus praecentralis inferior, *prcs* Sulcus praecentralis superior, *Ps* Lobulus parietalis superior, *pstc* Sulcus postcentralis, *PT* Temporalpol, *Ptr* Pars triangularis, *raa* Ramus anterior ascendens Fissurae Sylvii, *rah* Ramus anterior horizontalis, *sh* Pars horizontalis Fissurae Sylvii, *Sm* Gyrus supramarginalis, *Ti* Gyrus temporalis inferior, *tm* Sulcus temporalis medius, *Tm* Gyrus temporalis medius, *trs* truncus Fissurae Sylvii, *Ts* Gyrus temporalis superior, *ts* Sulcus temporalis superior, *Tt* Gyrus temporalis transversus. — Die Grenzen zwischen den vier Hauptlappen sind, soweit sie nicht mit Furchen zusammenfallen, durch die punktirten Linien angedeutet.

Durch dieses Zusammenrücken der Windungen von drei Seiten her wird auch die Gestalt der Sylvischen Furche bestimmt; sie besteht nämlich aus einem kurzen Anfangsstücke (Truncus fissurae Sylvii), *trs*,

*) Die Figuren 24, 26, 27, 28, 29 sind mit theilweiser Benützung der Zeichnungen von *Ecker* angefertigt.

welches von der Substantia perforata anterior steil an der lateralen Fläche der Hemisphäre aufsteigt und dann in den Haupttheil (Ramus horizontalis posterior), *sh*, umbiegt; dieser zieht nahezu horizontal, nur wenig aufsteigend, weit nach hinten. Am vorderen Ende des horizontalen Astes gehen gewöhnlich zwei kurze, tief in die Insel einschneidende Seitenfurchen ab, von denen die erste horizontal nach vorne (Ramus anterior horizontalis), *rah*, die andere senkrecht nach oben (Ramus anterior verticalis oder ascendens), *raa*, gerichtet ist. Das hinterste Stück der Sylvischen Furche ist gewöhnlich merklich nach aufwärts geknikt, und wird dann als Ramus posterior ascendens bezeichnet. Die Länge der Sylvischen Furche pflegt linkerseits merklich grösser zu sein *(Eberstaller)*.

2. Sulcus centralis (Sulcus Rolandi, Centralspalte, Fissura transversa, *c*. Diese Furche verläuft ebenfalls ganz oder fast ganz an der convexen Oberfläche, und zwar beginnt sie, etwa der Mitte der Mantelkante entsprechend (nach *Eberstaller* 2 Centimeter hinter deren Mitte), oft schon an der medialen Fläche und zieht von hier aus schief vor- und abwärts gegen den horizontalen Ast der Sylvischen Furche, die sie aber meist nicht erreicht. Ihr unteres Ende liegt nicht ganz 3 Centimeter hinter dem Ramus ant. ascendens der Sylvischen Spalte. Da die Centralspalte nicht so tief einschneidet, um eine Hervorwölbung der Ventrikelwand zu erzeugen, dürfte sie streng genommen nicht zu den Hauptfurchen gezählt werden; doch sind ihre Constanz, Tiefe und ihr frühzeitiges Auftreten Umstände, welche es rechtfertigen, sie hier einzureihen.

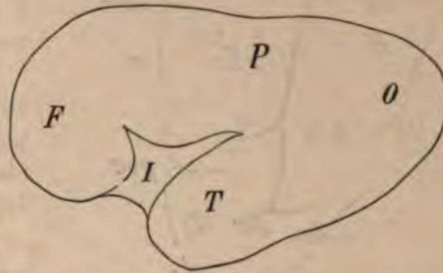


Fig. 25. Linke Hemisphäre eines menschlichen Embryos von fünf Monaten. *F* Frontallappen, *I* Insel, *O* Occipitallappen, *P* Parietallappen, *T* Temporallappen.

3. Fissura parieto-occipitalis (Fissura occipitalis, Fissura occipitalis perpendicularis), *poc*. Sie gehört in ihrem Haupttheile der medialen Fläche, zum geringeren der lateralen Fläche an. Daher unterscheidet man an ihr auch zwei Abschnitte, die vielfach verschiedene Bezeichnung gefunden haben: den medialen Theil (Fissura perpendicularis interna, Fig. 27) und den lateralen Theil (oberer Theil, Fissura perpendicularis externa, Fig. 26). An der medialen Fläche sieht man diese durch ihre Tiefe und ihren Verlauf mit keiner anderen zu

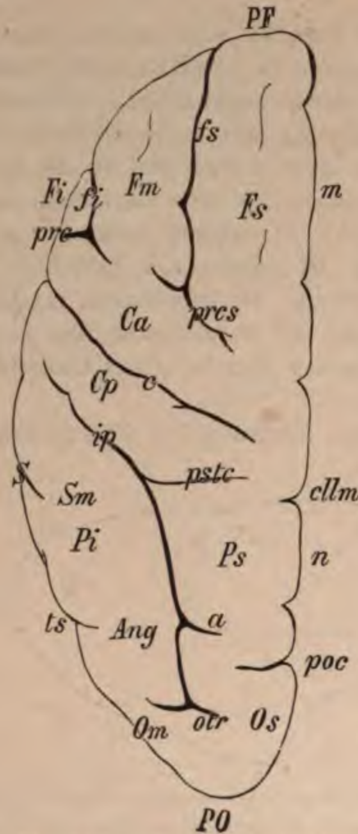


Fig. 26. Linke Grosshirnhemisphäre von oben. $^1/_2$.
Die Länge des Balkens in der Mantelspalte ist durch *mn* angegeben.
a Seitenast der Interparietalfurche, *Ang* Gyrus angularis, *c* Centralspalte, *Ca* Gyrus centralis anterior, *cllm* Sulcus callosomarginalis, *Cp* Gyrus centralis posterior, *fi* Sulcus frontalis inferior, *Fi* Gyrus frontalis inferior, *Fm* Gyrus frontalis medius, *Fs* Gyrus frontalis superior, *fs* Sulcus frontalis superior, *ip* Sulcus interparietalis, *Om* Gyrus occipitalis medius, *Os* Gyrus occipitalis superior, *otr* Sulcus occipitalis transversus, *PF* Frontalpol, *Pi* Lobulus parietalis inferior, *PO* Occipitalpol, *poc* Fissura parieto-occipitalis, *prc* Sulcus praecentralis inferior, *prcs* Sulcus praecentralis superior, *Ps* Lobulus parietalis superior, *pstc* Sulcus postcentralis, *S* Fissura Sylvii, *Sm* Gyrus supramarginalis, *ts* Sulcus temporalis superior.

verwechselnde Furche, etwa 4 bis 5 Centimeter vor der hinteren Spitze der Hemisphäre, von der Mantelkante aus abwärts und ziemlich stark vorwärts ziehen und sich unter spitzem Winkel mit einer anderen Furche, der alsbald zu besprechenden Fissura calcarina, vereinigen. Die Fissura parieto-occipitalis greift, wie erwähnt, über die Mantelkante auf die convexe Oberfläche über (lateraler Theil), wo sie gewöhnlich nach kurzem Verlaufe (1 bis 2 Centimeter) endet; ausnahmsweise reicht sie hier weiter hinab.

4. Fissura calcarina (Fissura occipitalis horizontalis, pars posterior fissurae hippocampi), *clc*, Fig. 27. Sie gehört ausschliesslich der medialen Fläche an, beginnt nahe der hinteren Spitze der Hemisphäre, meist mit zwei sehr kurzen Schenkeln, zieht horizontal nach vorne, vereinigt sich mit der Fissura parieto-occipitalis und endet nicht weit unter dem Splenium des Balkens.

Zu den Hauptfurchen müssen wir schliesslich noch zwei Furchen rechnen, die an der medialen Fläche den embryonalen Randbogen begrenzen, als eigentliche Furchen aber am ausgewachsenen Gehirn nicht mehr vollständig zu erkennen sind:

1. Die Bogenfurche, die einerseits der oberen Begrenzung des Balkens annähernd entspricht, Sulcus corporis callosi, *(ccll)*, ganz unpassend auch Ventrikel von *Sabatier* benannt, weiter

unten aber durch eine Furche repräsentirt ist, die das Ammonshorn in das Unterhorn des Seitenventrikels vorwölbt, daher Fissura hippocampi *(h)* genannt (Fig. 22 und 27).

2. Die Adergeflechtsfurche (Fissura choroidea), die am ausgebildeten Gehirn nur mehr andeutungsweise vorhanden und gar nicht mehr im Bereiche der eigentlichen Hirnrinde gelegen ist. Wir finden sie durch die wiederholt erwähnte Einstülpung des Plexus choroideus gegen den Seitenventrikel rudimentär repräsentirt (vgl. pag. 101).

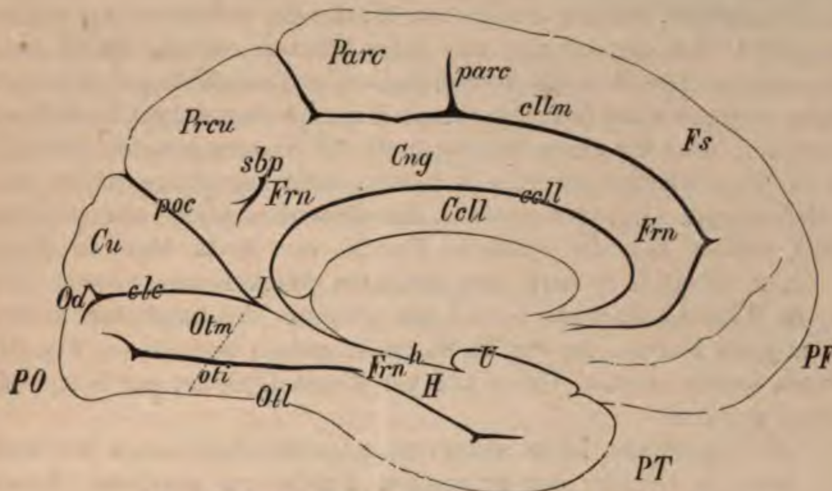


Fig. 27. Linke Grosshirnhemisphäre, mediale Fläche. ½.
Die Grenze zwischen Occipital- und Temporallappen ist durch die punktirte Linie angedeutet, ebenso wie in Fig. 24.

Ccll Corpus callosum, *ccll* Sulcus corporis callosi, *clc* Fissura calcarina, *cllm* Fissura calloso-marginalis, *Cng* Gyrus cinguli, *Cu* Cuneus, *Frn* Gyrus fornicatus, *Fs* Gyrus frontalis superior, *H* Gyrus hippocampi, *h* Fissura hippocampi, *I* Isthmus gyri fornicati, *Od* Gyrus descendens, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *Otl* Gyrus occipito-temporalis lateralis, *Otm* Gyrus occipito-temporalis medialis, *Parc* Lobulus paracentralis, *parc* Sulcus paracentralis, *PF* Frontalpol, *PO* Occipitalpol, *poc* Fissura parieto-occipitalis, *Prcu* Praecuneus, *PT* Temporalpol, *sbp* Sulcus subparietalis, *U* Uncus.

Die einzelnen Lappen des Grosshirns.

Bei der Eintheilung der Hemisphären in Lappen trachtete man, von den Hauptfurchen auszugehen; dieselben können aber nur als einzelne Stücke von Grenzlinien gelten, über welche hinaus die Trennung immer eine mehr oder minder willkürliche bleiben muss. Jenen Theil, der vor der Centralspalte gelegen ist, bis zur Fissura Sylvii hinab, benennen wir als Stirnlappen (Lobus frontalis). Hinter der Centralspalte beginnt der Scheitellappen (Lobus parietalis), welcher nach

hinten bis zur Fissura parieto-occipitalis, nach unten bis zur Fissura Sylvii reicht; damit ist aber eine scharfe Abgrenzung weder gegen den am meisten hinten liegenden Hinterhauptslappen, noch gegen den unter der Sylvischen Furche befindlichen Schläfenlappen überall gegeben. Dementsprechend wird diese Abgrenzung eine künstliche und von verschiedenen Autoren sehr different aufgefasste sein müssen.

Um dem *Ecker*'schen Typus der Hirnwindungen möglichst treu zu bleiben, wollen wir einen seichten Eindruck an der Unterseite der Hemisphäre, welcher dem oberen Winkel der Schläfenbeinpyramide entspricht und der oft nur am ganz frischen Gehirn, gleich nach Herausnahme desselben aus dem Schädel, erkannt werden kann, als Grenzmarke verwenden und den Hinterhauptslappen (Lobus occipitalis) dadurch abtrennen, dass wir einen Schnitt durch die Fissura parieto-occipitalis bis zu der erwähnten Impression führen. Noch schwieriger ist es, den Schläfenlappen (Lobus temporalis, temporo-sphenoidalis) abzugrenzen. Meist wendet sich die Sylvische Furche vor ihrem hinteren Ende in einem ziemlich scharf ausgedrückten Winkel nach oben. Von diesem Winkel können wir eine Linie occipital- und basalwärts ziehen bis zu jener Furche, die wir als Sulcus occipitalis lateralis (*ol*, Fig. 24) kennen lernen werden. Unter und vor dieser Linie ist der Temporallappen gelegen.

Als besonderen, leicht abzugrenzenden Hirntheil haben wir noch die Insel im Grunde der Sylvischen Furche zu erwähnen (Insula Reili, Stammlappen, Zwischenlappen, Lobus caudicis, Lobus intermedius, opertus, centralis, Lobus insulae).

Bezüglich dieser Eintheilung in Lappen muss auf mehrere Punkte aufmerksam gemacht werden:

Jene Windung, welche vor der Centralspalte verläuft, die vordere Centralwindung, wird mitunter noch zum Scheitellappen gerechnet.

An der medialen Fläche ist die Grenze zwischen Stirn- und Scheitellappen nicht ausgedrückt; wenn wir sie uns in einer idealen Verlängerung der Centralspalte denken, so wird ein kleiner, höchst charakteristischer Windungszug, das sogenannte Paracentralläppchen, in zwei Theile zerrissen — auch für jenen langen Windungszug, der den Balken umgibt, müssen wir dann eine solche gekünstelte Spaltung annehmen; daher, wie wir später sehen werden, letztere Windung mitunter als eigener Hirnlappen angesehen wird.

Von Manchen, namentlich von *Eberstaller*, wird angenommen, dass der Occipitallappen an der lateralen Hemisphärenfläche gar nicht bis an die Basis herab und auch nicht so weit nach vorne reiche, wie es bei unserer Eintheilung der Fall ist.

Es darf aber nicht vergessen werden, dass die Trennung der Hemisphären in Lappen immer nur eine künstliche sein kann, die nicht in der inneren Organisation des Gehirns selbst begründet ist, sondern lediglich zum Zwecke einer leichteren Orientirung, namentlich an der Oberfläche, ihren Werth hat; wir mögen uns daher über die Mängel, welche jeder dieser Trennungsmethoden anhaften, ruhig hinwegsetzen.

1. Der Stirnlappen.

Wir haben an ihm drei Flächen zu unterscheiden: die laterale, die mediale und eine basale, welch letztere, da sie der knöchernen Decke der Orbita aufliegt, auch Orbitalfläche genannt wird. An der lateralen Fläche finden sich drei constante Furchen:

1. Der Sulcus praecentralis, *prc* + *prcs* (senkrechte Stirnfurche, Sulcus praerolandicus), verläuft vor der Centralspalte mit ihr nahzu parallel.

2. Der Sulcus frontalis superior, *fs* (obere Stirnfurche), und

3. der Sulcus frontalis inferior, *fi* (untere Stirnfurche), gehen von den beiden Stücken des Sulcus praecentralis ab und verlaufen mit der Mantelkante parallel nach vorne.

In der Regel reicht der Sulcus praecentralis, der oberhalb der Fissura Sylvii beginnt, nicht ganz bis zur oberen Stirnfurche hinauf und heisst daher Sulcus praecentralis inferior; doch findet sich am hinteren Ende der oberen Stirnfurche immer zum mindesten eine kurze Furche, welche in der Richtung des Sulcus praecentralis gegen die Mantelkante verlaufend, als dessen Fortsetzung anzusehen ist, *prcs* (Sulcus praecentralis superior); meist setzt sich dieser Sulcus praecentralis superior auch noch ein kurzes Stück lateral, abwärts fort.

Durch diese genannten Furchen werden vier Windungen abgegrenzt:

1. Gyrus centralis anterior, *Ca* (vordere Centralwindung, Gyrus frontalis ascendens, praecentralis, premier pli ascendant); ein Windungszug, der parallel der Centralspalte, ihre vordere Begrenzung bildend, von der Fissura Sylvii an, über die ganze laterale Hemisphärenfläche hinaufzieht. Von ihm gehen nach vorne ab:

2. Der Gyrus frontalis superior, *Fs* (obere, erste, dritte *[Meynert]* Stirnwindung, Gyrus frontalis marginalis).

3. Der Gyrus frontalis medius, *Fm* (mittlere, zweite Stirnwindung).

4. Der Gyrus frontalis inferior, *Fi* (untere, dritte, erste *[Meynert]* Stirnwindung, Pli surcilier, linkerseits Circonvolution de Broca).

Der Gyrus frontalis superior fasst die Mantelkante in sich, reicht daher über diese auf die mediale Hemisphärenfläche hinüber; an seinem der lateralen Fläche angehörigen Theile wird er häufig — sowie auch der Gyrus frontalis medius — durch inconstante, tertiäre seichte Furchen vielfach complicirt. Der Gyrus frontalis medius pflegt namentlich vorne durch eine nicht ganz vollständige, den beiden Stirnfurchen parallele Furche (Fig. 24), den Sulcus frontalis medius, in eine obere und eine untere Abtheilung zu zerfallen *(Eberstaller)*.

Der Gyrus frontalis inferior muss sich, vom unteren Ende der vorderen Centralwindung ausgehend, um den Ramus anterior ascendens und den Ramus anterior horizontalis der Fissura Sylvii herumwinden und zerfällt dadurch in drei Abtheilungen: *a)* die Pars opercularis, *Pop*, zwischen Sulcus praecentralis und Ramus ascendens fissurae Sylvii; eine schief verlaufende Furche (Sulcus diagonalis operculi) theilt dieses Windungsstück meist in zwei hintereinandergelegene Hälften; *b)* Pars triangularis, *Ptr* (Cap de la circonvolution de Broca), zwischen Ramus ascendens und Ramus horizontalis; *c)* die Pars orbitalis, *Porb*, vor dem Ramus horizontalis; letztere zieht bereits an die Orbitalfläche des Stirnlappens hinab.

Verbindungswindungen zwischen den einzelnen Stirnwindungen, namentlich zwischen der oberen und der mittleren, sind sehr häufig und erschweren dann den Ueberblick.

Alle drei Stirnwindungen lassen sich an die untere, die orbitale Fläche des Stirnlappens weiter verfolgen. Hier ist das Verhalten der Furchen und Windungen ein sehr inconstantes (Fig. 28). Man kann häufig sehen, dass die obere Stirnwindung (hier ist sie dann die mediale) und die untere (hier laterale) bis zur Substantia perforata anterior, *Spa*, nach hinten reichen und unter scharfer Einknickung durch ein Verbindungsstück miteinander zusammenhängen, so dass die mittlere Stirnwindung nicht bis an die Substantia perforata herangelangen kann. Die Gesammtheit der Furchen, *cr* (Sulcus cruciatus orbitalis, cruciformis, triradiatus), bildet dann ein *H* oder *X*.

Parallel der Mantelspalte sieht man in der medialen (oberen) Stirnwindung hier eine constante, geradegestreckte Furche, in welche sich der Tractus olfactorius hineinlegt, Sulcus olfactorius, *olf* (Sulcus rectus).

Die Orbitalfläche des Stirnlappens als eigenen Lappen (Lobus orbitalis) aufzufassen, ist vollkommen unbegründet. Die mediale Oberfläche des Stirnlappens wird besser später gemeinschaftlich mit der medialen Fläche der anderen Lappen besprochen.

Der vorderste Theil des Stirnlappens wird als Stirnpol, *PF* (Frontalpol) bezeichnet.

Die untere Stirnfurche reicht fast nie ununterbrochen bis an die Orbitalfläche herab. In der Regel finden sich in der Nähe des Stirnpoles, etwa der Kante zwischen lateraler und orbitaler Fläche entsprechend, mehrere (in Fig. 24 nicht gezeichnete) horizontale quere Furchen, welche gelegentlich auch zu einer einzigen Furche von 3 bis 5 Centimeter Länge, Sulcus fronto-marginalis (*Wernicke*) zusammenfliessen.

2. Der Scheitellappen.

Dieser Lappen besitzt eine laterale und eine mediale Fläche, von welchen zunächst nur die erstere in Erwägung zu ziehen ist. Wir finden hier blos eine einzige typische Furche, den Sulcus interparietalis, *ip* (Sulcus parietalis, Scheitelfurche, Fissura parietalis + par-occipitalis von *Wilder.*) Sie beginnt hinter dem Sulcus centralis, ober der Fissura Sylvii, steigt anfänglich mit ersterer parallel aufwärts, wendet sich dann in weitem, medianwärts convexem Bogen rückwärts und reicht über die imaginäre Grenze des Parietallappens noch in den Hinterhauptslappen hinein.

Von ihrem Anfangsstück geht eine der Centralspalte parallele Verlängerung gegen die Mantelspalte hinauf, ohne sie aber zu erreichen, so dass dadurch gewissermassen eine dritte Querfurche entsteht (Sulcus praecentralis und Sulcus centralis sind

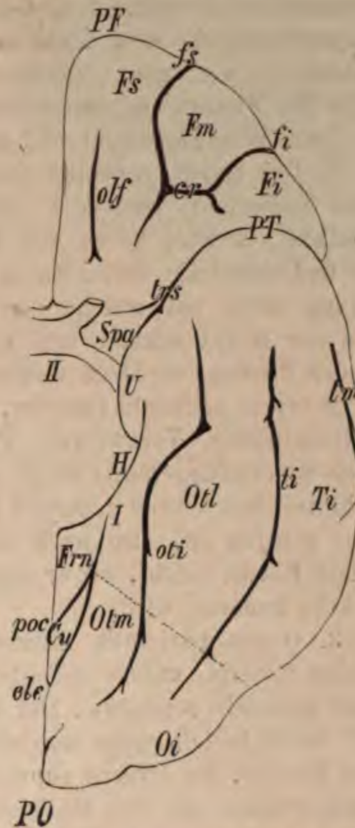


Fig. 28. Linke Grosshirnhemisphäre von der Basis. $^1/_2$.

II Chiasma nervorum opticorum, *clc* Fissura calcarina, *cr* Sulcus cruciatus, *Cu* Cuneus, *Fi* Gyrus frontalis inferior, *fi* Sulcus frontalis inferior, *Fm* Gyrus frontalis medius, *Frn* Gyrus fornicatus, *Fs* Gyrus frontalis superior, *fs* Sulcus frontalis superior, *H* Gyrus hippocampi, *I* Isthmus, *Oi* Gyrus occipitalis inferior, *olf* Sulcus olfactorius, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *Otl* Gyrus occipito-temporalis lateralis, *Otm* Gyrus occipito-temporalis medialis, *PF* Frontalpol, *PO* Occipitalpol, *poc* Fissura parieto-occipitalis, *PT* Temporalpol, *Spa* Substantia perforata anterior, *Ti* Gyrus temporalis inferior, *ti* Sulcus temporalis inferior, *tm* Sulcus temporalis medius, *trs* Truncus fissurae Sylvii, *U* Uncus.

die beiden anderen), welche als Sulcus centralis posterior (postcentralis, postrolandicus) bezeichnet werden darf *(pstc)*. — Unterbrechungen der Interparietalfurche sind äusserst häufig, vorzüglich rechts. — Nahezu constant ist ein ganz kurzer Seitenast, der vor dem lateralen Theile der Fissura parieto-occipitalis medianwärts abgeht *(a)*.

Drei Windungszüge sind am Scheitellappen zu unterscheiden:

1. Der Gyrus centralis posterior, *Op* (hintere Centralwindung, Gyrus ascendens parietalis, Gyrus postrolandicus, deuxième pli ascendant); er wird vorne von der Centralspalte begrenzt und geht ober- und unterhalb derselben im engen Bogen in die vordere Centralwindung über, mit welcher er parallel verläuft. Sein oberes Stück ist in der Regel schmal und unterscheidet sich dadurch auffallend von der breiten, vorderen Centralwindung.

2. Gyrus parietalis superior, *Ps* (Lobulus parietalis superior, obere Scheitelwindung, Vorzwickel, Praecuneus, Gyrus parietalis primus, oberes Scheiteläppchen); es ist dies jener Theil des Scheitellappens, der hinter dem Gyrus centralis posterior und ober der Interparietalfurche gelegen ist, also auch über die Mantelkante hinüber auf die mediale Fläche reicht, wo er eigentlich erst Praecuneus, *Prcu* (Vorzwickel), genannt wird.

3. Gyrus parietalis inferior, *Pi* (Lobulus parietalis inferior, Lobulus tuberis, untere Scheitelwindung, unteres Scheiteläppchen, Gyrus parietalis secundus). Der unter der Interparietalfurche gelegene Theil des Scheitellappens umzieht zuerst das hintere Ende der Sylvischen Furche, *Sm* (Gyrus supramarginalis), weiterhin umzieht er in ähnlicher Weise die vom Schläfenlappen herstammende, der Sylvischen Furche parallele, obere Temporalfurche; letzterer Theil wird Gyrus angularis, *Ang* (Pli courbe), genannt. Gegen den Occipitallapen ist der Gyrus parietalis inferior in keiner Weise scharf abgegrenzt.

Der Gyrus frontalis inferior, mit Ausnahme der Pars orbitalis, ferner der Verbindungsbogen zwischen den unteren Enden beider Centralwindungen und der Gyrus parietalis inferior, insoweit sich dieser über die Insel hinüberlegt, werden zusammen Klappdeckel, *Op* (Operculum insulae), genannt.

Hebt man das Operculum in die Höhe oder macht man einen Frontalschnitt durch die Hemisphäre (Fig. 16), so bemerkt man, dass ein sehr beträchtlicher, mit mehreren inconstanten Furchen versehener Rindenabschnitt des Operculums gegen die Fossa Sylvii und den Schläfenlappen sieht.

Die mediale Oberfläche des Scheitellappens wird später besprochen werden.

3. Der Hinterhauptslappen.

Der Hinterhauptslappen hat im Ganzen die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, welche mit der Basis dem Scheitel- und Schläfenlappen aufsitzt und deren Spitze durch die Hinterhauptspitze (Occipitalpol), *PO*, repräsentirt wird. Wir haben demnach auch drei Flächen zu unterscheiden, eine laterale, eine mediale und eine basale, von denen uns hier zunächst nur die laterale beschäftigen wird.

Von den im Ganzen recht inconstanten Furchen an der lateralen Fläche sind die beiden nachfolgenden noch am leichtesten aufzufinden:

1. Sulcus occipitalis transversus, *otr* (quere Hinterhauptsfurche, hinteres Querstück der Interparietalfurche). Diese Furche liegt hinter dem lateralen Stücke der Parieto-occipitalfurche und meist senkt sich die Interparietalfurche in sie ein; sie verläuft in sehr wechselnder Länge quer über den Hinterhauptslappen. — Man kann sie als Analogon der bei den Affen so auffallenden Affenspalte (pag. 128) betrachten.

2. Sulcus occipitalis lateralis, *ol* (Sulcus occipitalis longitudinalis inferior). Etwa in der idealen Verlängerung des Hauptstückes der später zu beschreibenden oberen Schläfenfurche verläuft diese Furche am unteren Theile des Occipitallappens nach rückwärts bis nahe gegen die Hinterhauptspitze hin. (Von *Eberstaller* wird sie als untere Begrenzung des Hinterhauptslappens angesehen.)

Drei nicht immer gleich scharf begrenzte Windungen convergiren gegen die Occipitalspitze hin:

1. Gyrus occipitalis superior, *Os* (obere, erste Hinterhauptswindung, Gyrus occipitalis primus, parieto-occipitalis medialis).

2. Gyrus occipitalis medius, *Om* (mittlere, zweite Hinterhauptswindung).

3. Gyrus occipitalis inferior, *Oi* (untere, dritte Hinterhauptswindung, Gyrus temporo-occipitalis).

Der Gyrus occipitalis superior geht durch ein bogenförmig um die Fissura parieto-occipitalis herumziehendes Windungsstück (Gyrus paroccipitalis von *Wilder*, premier pli de passage von *Gratiolet*) in den Gyrus parietalis superior über. Der Gyrus occipitalis medius ist die Fortsetzung des Gyrus parietalis inferior (Gyrus angularis) und der Gyrus occipitalis inferior endlich verbindet sich mit der mittleren (theilweise auch der unteren) Schläfenwindung.

4. Der Schläfenlappen.

Er besitzt eine laterale und eine untere Fläche, welche abgerundet ineinander übergehen. Wir haben an ihm vier Furchen zu unterscheiden, welche alle sagittal, der Länge nach verlaufen; dieselben sind, von der Sylvischen Furche angefangen, folgende:

1. Sulcus temporalis superior, *ts* (obere Schläfenfurche, Parallelfurche, Sulcus temporalis primus), eine sehr constante, deutliche Furche. Ihr Hauptstück ist anfänglich direct nach rückwärts gegen den Occipitallappen gerichtet, zuletzt aber wendet sich diese Furche aufwärts und wird vom Gyrus angularis umzogen.

2. Sulcus temporalis medius, *tm* (mittlere Schläfenfurche, Sulcus temporalis secundus), sehr häufig durch Verbindungsbrücken unterbrochen.

3. Sulcus temporalis inferior, *ti* (untere Schläfenfurche, Sulcus temporalis tertius).

4. Sulcus occipito-temporalis inferior, *oti* (innere, untere Längsfurche, Sulcus longitudinalis inferior, Fissura collateralis).

Die beiden erstgenannten Furchen erblickt man bei seitlicher Betrachtung der Hemisphäre, die beiden anderen gehören bereits der unteren Fläche an.

Die Windungen der lateralen Fläche des Schläfenlappens bilden in ähnlicher Weise wie am Stirnlappen, nur in einfacherer Gestaltung, drei parallele sagittale Züge. Vorne, an der Schläfenspitze, *PT* (Extremitas temporalis, Schläfenpol), vereinigen sich diese drei Windungen, sowie ein Theil der Windungen, welche die Unterfläche bilden, zu einer runden Kuppe.

1. Gyrus temporalis superior, *Ts* (obere Schläfenwindung, Gyrus inframarginalis, Parallelwindung, Gyrus temporalis primus). Nach hinten zu geht diese Windung in das untere Scheitelläppchen über; sie bildet die untere Begrenzung der Sylvischen Furche. Zieht man die einzelnen Hirnlappen so weit auseinander, um einen deutlichen Einblick in die Sylvische Grube zu gewinnen, so sieht man, dass, ähnlich wie früher beim Operculum, auch ein beträchtlicher Rindentheil des Schläfenlappens, der verborgen lag, zu Tage tritt (obere Fläche des Schläfenlappens) (Fig. 15 und 16). Wir finden hier zwei oder drei, ausnahmsweise vier Windungen, welche, vom Gyrus temporalis superior ausgehend, schief nach rückwärts gegen den hinteren Winkel der Insel ziehen, Gyri temporales transversi *(Heschl)*, von denen der vorderste, Gyrus temporalis transversus anterior, *Tt*, am constantesten und längsten ist (Fig. 15).

2. Gyrus temporalis medius, *Tm* (mittlere Schläfenwindung, Gyrus temporalis secundus).

3. Gyrus temporalis inferior, *Ti* (untere Schläfenwindung, Gyrus temporalis tertius). Diese Windung bildet den Uebergang von der lateralen zur basalen Fläche des Schläfenlappens.

4. Gyrus occipito-temporalis lateralis, *Otc* (Gyrus occipito-temporalis kurzweg, Gyrus seu Lobulus fusiformis, Spindelwindung), zwischen Sulcus temporalis inferior und Sulcus occipito-temporalis inferior, meist in der Mitte am breitesten, daher mehr oder minder spindelförmig. Nach rückwärts zu lässt sich dieser Windungszug fast immer bis zur Occipitalspitze der Hemisphäre verfolgen, er bildet also einen wesentlichen Bestandtheil der basalen Fläche des Hinterhauptslappens.

5. Gyrus occipito-temporalis medialis, *Otm*, (Gyrus seu Lobulus lingualis, Zungenwindung), zwischen Sulcus occipito-temporalis inferior und Fissura calcarina; er geht ebenfalls von der Spitze des Hinterhauptslappens aus, an dessen unterer Fläche er den grössten Theil des Raumes occupirt. Nach vorne zu verschmälert er sich und geht etwa unterhalb des Balkenspleniums in eine bisher noch nicht besprochene Windung, den Gyrus hippocampi, über; dieser letztgenannte Gyrus ist die sechste der durchwegs sagittal verlaufenden Schläfenwindungen; da er aber gewissermassen die mediale Fläche des Schläfenlappens repräsentirt, so wird er gemeinsam mit den übrigen Windungen der medialen Hemisphärenfläche besprochen werden.

Die mediale Fläche der Hemisphäre.

An der medialen Fläche (Fig. 29) macht sich die Bogengestalt der Hemisphäre am auffälligsten bemerkbar, und zwar tritt diese bogenförmige Anordnung nicht blos im Ganzen, sondern auch in den Einzelheiten der Configuration besonders deutlich hervor.

Schon der Querschnitt des Corpus callosum, *Cll*, ist ein solcher Bogen. Um ihn schlingt sich eine Windung herum, die unterhalb des Balkenschnabels am Stirnhirne beginnt, dann ober dem Balken (durch den Sulcus corporis callosi, *cll*, von diesem geschieden) nach hinten verläuft und nach dem Splenium weiter zum Schläfenlappen und bis nahe an dessen vordere Spitze hinzieht, Gyrus fornicatus, *Frn*. — Diese Windung besteht demnach aus zwei Abtheilungen, einer, die dem Balken anliegt, Gyrus cinguli, *Cng* (Zwinge, Gyrus corporis callosi, häufig wird auch nur dieses Stück Gyrus fornicatusb enannt), und einem freien Antheil, Gyrus hippocampi, *H* (Subiculum cornu Ammonis). Die Stelle des Gyrus fornicatus, an welcher die beiden

genannten Abtheilungen sich verbinden, ist auffällig verschmälert, *I* (Isthmus gyri fornicati); hier tritt oberflächlich der Gyrus occipito-temporalis medialis heran, während in der Tiefe ausserdem eine weitere versteckte Verbindung mit einem Theile des Hinterhauptlappens, und zwar mit der Spitze des Zwickels *Cu*, aufgefunden werden kann: der Zwickelstiel *PCu* (Fig. 18). Am vorderen Theile des Schläfenlappens schwillt der Gyrus hippocampi stark an und bildet dabei

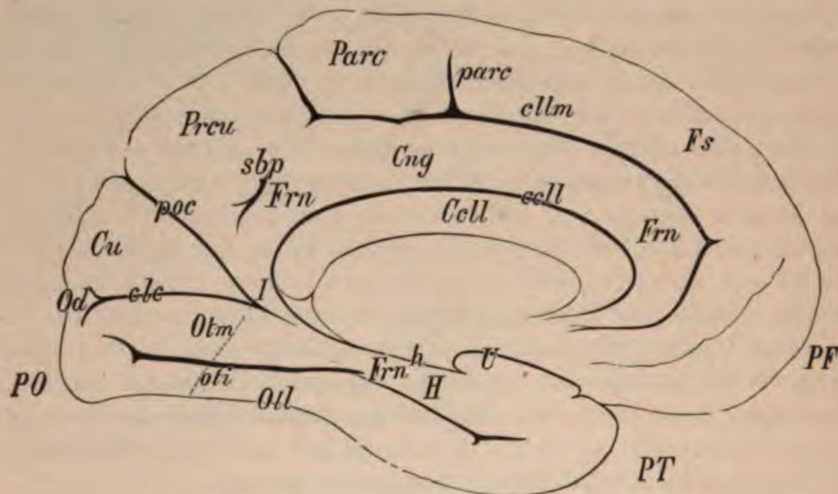


Fig. 29. Linke Grosshirnhemisphäre, mediale Fläche. 1/2.
Die Grenze zwischen Occipital- und Temporallappen ist durch die punktirte Linie angedeutet, ebenso wie in Fig. 24.
Cll Corpus callosum, *ccll* Sulcus corporis callosi, *clc* Fissura calcarina, *cllm* Fissura calloso-marginalis, *Cng* Gyrus cinguli, *Cu* Cuneus, *Frn* Gyrus fornicatus, *Fs* Gyrus frontalis superior, *H* Gyrus hippocampi, *h* Fissura hippocampi, *I* Isthmus gyri fornicati, *Od* Gyrus descendens, *oti* Sulcus occipito-temporalis inferior, *Otl* Gyrus occipito-temporalis lateralis, *Otm* Gyrus occipito-temporalis medialis, *Parc* Lobulus paracentralis, *parc* Sulcus paracentralis, *PF* Frontalpol, *PO* Occipitalpol, *poc* Fissura parieto-occipitalis, *Prcu* Praecuneus, *PT* Temporalpol, *sbp* Sulcus subparietalis, *U* Uncus.

eine Art von hakenförmiger Umbeugung, *U* (Uncus, Gyrus uncinatus, Hakenwindung). Die innere Abgrenzung jenes Bogens, der den gesammten Gyrus fornicatus bildet, entspricht annähernd der embryonalen Bogenfurche; sie wird oberhalb des Balkens im Bereiche der Zwinge durch den Sulcus corporis callosi, *ccll*, dargestellt, in ihrem unteren Antheile aber durch die Fissura hippocampi, *h*; vgl. pag. 106.

Broca und Andere fassen den Gyrus fornicatus (mit Einschluss des Tractus olfactorius) als eigenen Hirnlappen, Lobus limbicus, auf; in ähnlicher Weise statuirt *Schwalbe* seinen Lobus falciformis aus

genetischen Gründen; dieser wird hauptsächlich aus Gyrus fornicatus, Septum pellucidum und Fascia dentata gebildet.

Jenen Theil der medialen Hemisphärenfläche, welchen der Gyrus fornicatus nicht beansprucht, nehmen durchwegs Rindentheile ein, die zu bereits früher besprochenen Windungszügen gehören. Es sind dies nämlich solche Windungen, die an der Mantelkante gelegen sind und daher sowohl an der lateralen, respective unteren, wie an der medialen Hemisphärenfläche zu Tage treten.

Eine Furche, Sulcus calloso-marginalis, *cllm* (Balkenfurche, Sulcus fornicatus, fronto-parietalis internus), die unterhalb des Balkenknies beginnt und in einem dem Balken parallelen Bogen, etwa in der Mitte zwischen Balken und Mantelkante verläuft, bildet die obere Grenze des Gyrus cinguli. Kurz vor dem Splenium wendet sich diese Furche nach aufwärts und schneidet über die Mantelkante hinüber noch ein wenig in die laterale Hemisphärenfläche, hinter der Centralspalte (welche ja häufig noch die mediale Fläche erreicht) ein; beide Furchen greifen dabei in charakteristischer Weise hakenförmig ineinander ein, wodurch in zweifelhaften Fällen die Erkennung der Centralspalte sehr erleichtert wird *(Eberstaller)*. Ueber der Mitte des Balkens entsendet der Sulcus calloso-marginalis einen meist nur kurzen Seitenast nach oben hin (Sulcus paracentralis, *parc*). Nachdem sich die Balkenfurche aufwärts gegen die Mantelkante gewendet hat, ist die Fortsetzung ihres anfänglichen bogenförmigen Verlaufes entweder nur durch eine leichte Impression oder aber durch eine inconstante Furche, Sulcus subparietalis, *sbp*, angedeutet.

Wir treffen demnach an der medialen Fläche, abgesehen vom Gyrus fornicatus, am Stirnende beginnend, eine Anzahl verschiedener Abtheilungen.

Diese sind:

1. Der Gyrus frontalis superior, *Fs.*

2. Der Verbindungsbogen zwischen den oberen Enden beider Centralwindungen, Lobulus peracentralis, *Parc* (Paracentralläppchen); er reicht nach rückwärts bis zum aufsteigenden Stücke des Sulcus calloso-marginalis; nach vorne zu ist die Abgrenzung durch den Sulcus paracentralis angedeutet.

3. Der Praecuneus, *Prcu* (Vorzwickel, Lobulus quadratus, mediale Fläche des Gyrus parietalis superior, Quader); er reicht als plumpes vierseitiges Rindenstück — annähernd von der gleichen Grösse wie der Lobulus paracentralis — bis zur Fissura parieto-occipitalis nach hinten. Ausnahmsweise bezeichnet man auch noch das obere Scheitelläppchen an der convexen Grosshirnfläche, welches allerdings in den Praecuneus übergeht, mit diesem Namen.

4. Der Cuneus, *Cu* (Zwickel, Lobulus triangularis, mediale Fläche des Gyrus occipitalis superior), eine auffällige dreieckige Rindenpartie zwischen Fissura parieto-occipitalis und Fissura calcarina. Die vordere Spitze dieses Dreieckes läuft in der Tiefe als schmale Windung bis zum Isthmus gyri fornicati (vgl. pag. 116 und Fig. 18) und wird Zwickelstiel genannt *(PCu)*.

5. Den Gyrus descendens, *Od*, sehen wir als schmalen Windungszug hinter den beiden Endästchen der Fissura calcarina an der Occipitalspitze hinabziehen und den Cuneus mit

6. dem Gyrus occipito-temporalis medialis, *Otm*, verbinden.

Die Insel.

Die Insel wird von drei Seiten durch überwuchernde Hirntheile bedeckt. Dies prägt sich auch darin aus, dass die Gesammtheit der Insel eine sehr niedere dreiseitige Pyramide darstellt, deren breite Basis, medianwärts gewendet, dem Hirnstamme aufsitzt, während die Spitze, Inselpol, am meisten lateralwärts hervorragt. Sie ist gegen die anderen Hirnrindentheile durch den Sulcus circularis Reilii abgegrenzt, welcher nur an jener Stelle fehlt, wo die Insel vorne und ventral in die Lamina perforata anterior übergeht: Limen Insulae, Inselschwelle (in Fig. 28 bei *trs*).

Die Insel zerfällt *(Guldberg* und *Eberstaller)* durch eine constante Furche, welche bereits im sechsten bis siebenten Embryonalmonate auftritt (Sulcus centralis Insulae), in eine grössere vordere Abtheilung (Pars frontalis) und in eine kleinere hintere (Pars parieto-occipitalis). Der Sulcus centralis Insulae verläuft vom Limen Insulae, etwa dem Sulcus Rolando parallel, nach oben und hinten. Weitere secundäre Furchen, die im Allgemeinen eine ähnliche Verlaufsrichtung haben, zerspalten die beiden genannten Abtheilungen in eine Anzahl von Windungen, welche man als Gyri recti (operti sive breves) insulae zu bezeichnen pflegt. *Eberstaller* benennt blos die drei bis vier Windungen des vorderen Inseltheiles, die mit Ausnahme der vordersten im Inselpole convergirend zusammenfliessen, als Gyri breves. Die längeren Windungen der hinteren Insel, gewöhnlich sind es deren zwei, gehen unten direct in die Windungen an der Temporalspitze über.

Bei dem Umstande, als die vorher geschilderten einfachen Windungsverhältnisse durch das Hinzutreten atypischer Furchen und Windungen mannigfach maskirt werden können, fällt es dem

Ungeübten häufig schwer, sich in dem anscheinend regellosen Durcheinander an der Hemisphärenoberfläche zurecht zu finden. Man beginne daher mit der Sylvischen Spalte, welche durchaus mit keiner anderen Furche verwechselt werden kann, hierauf suche man die Centralspalte auf; da aber namentlich auf den ersten Blick hin ein Irrthum möglich sein könnte, so wird für das Auffinden der Centralwindungen einerseits die erwähnte und in der Regel stark auffällige Verschmächtigung der hinteren Centralwindung an ihrem oberen Theile meist einen guten Anhaltspunkt darbieten, sowie andererseits das Heraufsteigen des Sulcus callosomarginalis über die Mantelkante hinter dem oberen Ende der Centralspalte. Wenn man nun noch die Parieto-occipitalspalte an der Stelle, wo sie über die Mantelkante an die laterale Hemisphärenfläche gelangt, gefunden hat, verfügt man bereits über eine Anzahl von Ausgangspunkten, welche genügen, um sich weiterhin zu orientiren.

Jedenfalls empfiehlt es sich für den Anfänger, eine grössere Anzahl von Grosshirnhemisphären auf ihre Furchen und Windungen zu untersuchen, um damit einen raschen Ueberblick über das oft sehr complicirt erscheinende Gewirre von Furchen und Windungen zu erwerben.

Solange die Hirnoberfläche noch von den inneren Hirnhäuten bedeckt wird, ist ein Auffinden der Furchen äussert schwierig.

Varietäten und Anomalien der Hirnwindungen.

Wir haben eine Darstellung der Hauptfurchen, sowie der typischen Nebenfurchen gegeben und Verhältnisse geschildert, wie sie mit mehr oder minder grosser Leichtigkeit an jeder normalen Grosshirnhemisphäre wieder aufgefunden werden können.

Unwesentliche Verschiedenheiten in dem Verlaufe dieser primären und secundären Furchen, sowie das ganz atypische, wechselnde Verhalten der tertiären Furchen bedingen die individuellen Unterschiede, welchen wir an der Gehirnoberfläche begegnen. Selbst beide Hemisphären desselben Gehirns sind in Bezug auf den Verlauf der Furchen und Windungen immer wesentlich verschieden, und zwar umsomehr, je windungsreicher das Gehirn ist. Auch bei Thieren finden wir derartige individuelle Schwankungen und solche zwischen beiden zusammengehörigen Hemisphären; hier ebenfalls um so entschiedener, je ausgebildeter, stärker gefaltet die Hirnoberfläche ist.

Die Schädelform ist von grosser Bedeutung für den Gesammthabitus der Hirnwindungen. Während nämlich in dolichocephalen

Schädeln auch die Windungen und Furchen entsprechend sagittal, in die Länge gestreckt sind, wird in brachycephalen Schädeln die Tendenz zu Querwindungen und Querfurchen (respective zu welliger Gestaltung) vorherrschen müssen. Frühzeitig acquirirte Nahtsynostosen können in ähnlicher Weise den Verlauf der Windungen alteriren *(Zuckerkandl).*

Für die Aufstellung von Rassentypen, falls solche existiren, die nicht lediglich durch den typischen Schädelbau bedingt sind, ist das bisher vorliegende Materiale, trotz zahlreicher einschlägiger Versuche, noch lange nicht hinreichend.

Man ist oft geneigt, windungsreiche Gehirne im Allgemeinen mit einer grösseren intellectuellen Leistungsfähigkeit in Zusammenhang zu bringen; doch ist eine derartige Beziehung im einzelnen Falle nicht immer zu demonstriren. Auch hat man mitunter beobachtet, dass jene Windungszüge, denen eine bestimmt nachweisbare physiologische Bedeutung zukommt, bei solchen Individuen besonders gut entwickelt erschienen, die sich durch eine auffallende Ausbildung der betreffenden Fähigkeit auszeichneten. Das bekannteste Beispiel dafür bildet die linke, untere Stirnwindung, die mit dem Sprachvermögen in inniger Beziehung steht. *Rüdinger* meint, dass an den Gehirnen von guten Rednern diese Windung eine auffällige Ausbildung erkennen lässt; auch an dem sonst exceptionell kleinen Gehirne von *Gambetta* war die Pars triangularis sehr gross, stark gewunden, gewissermassen verdoppelt *(Duval).* Die Pars opercularis kann andererseits so wenig entwickelt sein, dass ein Theil der Inselwindungen ohne Bedeckung bleibt und somit von aussen sichtbar wird.

Vielfach hat man sich bemüht, eine constante Differenz zwischen dem Windungstypus beider Geschlechter ausfindig zu machen, doch haben sich nur geringe und wenig constante relative Unterschiede ergeben *(Huschke, Wagner, Rüdinger).* Namentlich wird die stärkere Entwickelung des Stirnlappens beim Manne hervorgehoben; ferner soll bei diesem der Sulcus centralis länger sein als beim Weibe *(Passet).* Durch genaue Messungen konnte *Eberstaller* constatiren, dass die Fissura Sylvii am weiblichen Gehirne durchschnittlich etwas länger sei.

Zur Zeit der Geburt sind beim Menschen die Hauptfurchen bereits alle vorhanden, die secundären und tertiären Furchen brauchen aber noch einige Zeit (nach *Sernoff* nur einen Monat) zu ihrer vollständigen Ausbildung. Uebrigens ändert sich während der ganzen Wachsthumsperiode das Gesammtbild der Furchen dadurch, dass einzelne Hirntheile sich mächtiger entwickeln, andere aber zurückbleiben; daher kann es geschehen, dass der nach vorne offene Winkel, den

jede Centralspalte mit der Mantelspalte bildet, beim Kinde durchschnittlich 52 Grad, beim Erwachsenen 70 Grad beträgt *(Hamy)*. *Eberstaller* bestimmt diesen Winkel für den Erwachsenen auf 70 bis 75 Grad, ohne nennenswerthen Geschlechtsunterschied.

Tritt in Folge von senilem Marasmus oder aus anderen Ursachen (z. B. chronische Geisteskrankheiten) Atrophie des Gehirns ein, so werden die Windungen schmäler, die Furchen breiter. Bei der Hypertrophie der Gehirnsubstanz hingegen werden die Windungen gegen die Knochenhülle des Schädels gepresst und abgeplattet. Auffallend breitere Windungen findet man auch an Gehirnen, die, ohne direct hypertrophisch zu sein, sich durch ihre Grösse auszeichnen, während kleine Gehirne den Eindruck von besonderem Reichthum an Furchen machen, da die letzteren näher aneinander rücken müssen.

Eine auffällige Vermehrung von Furchen, die aber nur oberflächlich in die Windungen einschneiden, wird Polygyrie genannt. Gelegentlich findet man, namentlich an der oberen Stirnwindung, kleine Höckerchen der Hirnrinde aufsitzen, welche ebenfalls aus Rindensubstanz bestehen.

Die Häufigkeit wirklicher **Windungsanomalien** wird verschieden angegeben, indem Manche dort eine Anomalie sehen, wo Andere lediglich eine Variation annehmen.

Der Sulcus centralis z. B. kann oberflächlich bis zur Fissura Sylvii herabsteigen oder umgekehrt von ihr weiter entfernt bleiben, als dies gewöhnlich der Fall ist. Diese beiden Fälle können wohl nicht mit Recht als eigentliche Anomalien angesehen werden; eher darf man eine solche dann supponiren, wenn diese Furche durch die ausnahmsweise mächtige Entwickelung einer fast immer vorhandenen Tiefenwindung (in der hinteren Verlängerung des Gyrus frontalis medius) in eine obere und eine untere Hälfte zerfällt oder wenn eine Verdoppelung des Sulcus centralis vorliegt *(Giacomini)*; in letzterem Falle handelt es sich fast immer um eine von der Interparietalfurche abgebrückte Postcentralfurche. Nicht gar selten ist die vordere Centralwindung, namentlich in ihrer oberen Hälfte, durch eine mehr oder minder einschneidende Furche unterbrochen; dies kann auch an beiden Hemisphären gleichzeitig vorhanden sein. Der Sulcus postcentralis oder das vordere Ende des Sulcus interparietalis schneidet nicht gar selten bis in die Sylvische Furche ein, doch ist eine solche anscheinende Communication mit der Sylvischen Spalte nur ganz oberflächlich. Die Fissura calcarina ist nicht selten überbrückt, manchmal sogar zweimal *(Richter)*. Immerhin aber sind Windungsanomalien im strengsten Sinne des Wortes überaus selten.

Auffallendere Anomalien der Hirnoberfläche finden wir als rein teratologische Erscheinungen, z. B. bei der Cyclopie, bei Mikrocephalen in Verbindung mit Defecten einzelner Hirntheile, wie Mangel des Balkens, der Hinterhauptslappen (Inoccipitie, *Richter*), der Riechorgane (Arhinencephalie, *Kundrat*) — aber auch im Anschlusse an gewisse pathologische Destructionsprocesse (intra- oder extrauterin entstanden). z. B. in der Porencephalie (ein bis in den Seitenventrikel reichender, aussen nur von den Hirnhäuten abgeschlossener Substanzverlust).

Eine der interessantesten und selteneren teratologischen Windungsanomalien besteht darin, dass beide Hemisphären nicht völlig voneinander getrennt sind, so dass einzelne Windungszüge die Mantelspalte überschreiten (*Hadlich, Wille, Kundrat, Arnold, Turner*).

Physiologische Bedeutung der Grosshirnwindungen.

Eine genaue Kenntniss der topographischen Verhältnisse an der Gehirnoberfläche schien namentlich von jener Zeit an geboten, als man zu der Ueberzeugung gelangte, dass den einzelnen Regionen der Grosshirnrinde verschiedene physiologische Bedeutung zukomme. Wenn auch einige Physiologen noch immer auf dem Standpunkte verharren, dass ein derartiges **Localisiren** der differenten Hirnrindenfunctionen im Bereiche dieses Organes gar nicht oder nur im allerbescheidensten Masse erlaubt sei, so liefert doch die klinische Erfahrung durch eine überaus grosse Anzahl gelungener Localdiagnosen den unwiderleglichen Beweis dafür, dass einzelne Gebiete der Grosshirnrinde mehr als andere mit bestimmten Leistungen zusammenhängen. Leider stehen die klinischen Thatsachen nicht immer in vollem Einklange mit den Resultaten des Experimentes. Eine strenge Uebereinstimmung in der Vertheilung der Functionen an der Hirnrinde konnte daher auch unter den Anhängern der Localisationstheorie bisher nicht erreicht werden und wir wollen uns demnach damit begnügen, jene Punkte anzuführen, welche als feststehend gelten dürfen. Da wir uns auch der Anschauung einer gemässigten Localisation, wie sie namentlich durch *Exner* zuerst und am entschiedensten ausgesprochen wurde, anschliessen müssen, so sind vorerst folgende Punkte wohl zu beachten:

Die einzelnen Rindencentren oder Rindenfelder darf man sich nicht als genau umschriebene, von den Nachbarcentren scharf abgegrenzte Gebiete denken; sie stellen vielmehr nur die Orte der maximalen Beziehung zu der entsprechenden Function dar, von wo diese functionelle Beziehung allmählich abklingend sich über einen grossen Theil der Gehirnoberfläche ausbreitet. Daraus folgt aber

fernerhin, dass die Rindenfelder theilweise ineinander zu liegen kommen, sich also theilweise decken.

An dieser Anschauungsweise müssen wir in der nun folgenden Uebersicht festhalten und dürfen die dort namhaft gemachte functionelle Bedeutung der einzelnen Hirnrindentheile nur in dem obigen Sinne, als maximale physiologische Beziehung, verstehen.

Der Gyrus frontalis superior und medius sind in ihrer Function noch nicht genügend erkannt; häufig hat man sie in Beziehung zu den höheren psychischen Leistungen, der „Intelligenz", bringen wollen, ohne aber hinreichende Beweisgründe dafür vorbringen zu können. Viel wahrscheinlicher ist es ja, dass die intellectuelle Leistung aus der Gesammtleistung der verschiedenen, miteinander innig verknüpften, associirten Rindengebiete resultirt. — Die beiden eben erwähnten Windungen sind es allerdings, welche bei der Dementia paralytica häufig am meisten leiden.

Der Gyrus frontalis inferior, Gyrus centralis anterior et posterior, Lobulus paracentralis und etwa noch der vorderste Theil des Gyrus parietalis superior bilden zusammen ein Gebiet, welches als motorische Rindenregion (motorisches Feld, motorische Sphäre) bezeichnet wird. Hier ist die motorische Thätigkeit der Hirnrinde localisirt, und zwar hauptsächlich in Beziehung zu den Muskeln der entgegengesetzten Körperhälfte und nur in weitaus untergeordneterem Grade zu den gleichseitigen Muskeln. In welcher Weise diese motorische Rindenthätigkeit aufzufassen sei, ob reflectorisch, ob direct, soll hier nicht weiter erörtert werden. Höchst wahrscheinlich sind hier auch die Centren für die Muskelsensibilität zu suchen.

Die Vertheilung der einzelnen Muskelgruppen auf diesem Gebiete ist folgende:

Zungenmuskeln — Gyrus frontalis inferior, und zwar Pars opercularis und wahrscheinlich auch noch Pars triangularis (linkerseits: motorisches Sprachcentrum).

Gesichtsmuskeln — unterer Theil des Gyrus centralis anterior mit Ausschluss des untersten Stückes.

Larynxmuskeln (namentlich insoweit es sich um die Phonation handelt) — hinterster Theil der unteren Stirnwindung, am Uebergang in die vordere Centralwindung.

Muskeln der oberen Extremität — mittlerer Theil des Gyrus centralis anterior und noch übergreifend auf den Gyrus centralis posterior.

Muskeln der unteren Extremität — oberster Theil beider Gyri centrales, Lobulus paracentralis und etwa noch vorderster Theil des Gyrus parietalis superior.

Für die übrigen, hier nicht genannten willkürlichen Muskeln ist eine sichere Localisation vorderhand noch kaum möglich. *Schäfer* und *Horsley* lassen die Rumpfmuskeln von der oberen Stirnwindung, und zwar von dem Theile, welche vor dem Lobulus paracentralis gelegen ist, innervirt werden.

Die unwillkürlichen Muskeln stehen aller Wahrscheinlichkeit nach in keiner derartigen directen Abhängigkeit von der Grosshirnrinde.

Bezüglich der willkürlichen Muskeln lässt sich übrigens auch folgendes Gesetz aufstellen: Je mehr eine Muskelgruppe (oder ein Glied) dem Einflusse des Willens unterworfen zu sein pflegt, desto mächtiger ist sie in der Grosshirnrinde vertreten; je mehr hingegen eine Muskelgruppe ohne Intervention des Bewusstseins, also gewissermassen reflectorisch gebraucht wird, um so geringer ist auch ihre Verbindung mit der Grosshirnrinde, um so weniger Raum ist ihr daselbst angewiesen.

Ein grosser Theil des Parietallappens functionirt in einer noch fast gar nicht aufgeklärten Weise.

Der Occipitallappen, und zwar hauptsächlich der Cuneus, vielleicht auch die obere Occipitalwindung und die angrenzende Partie des Parietallappens (namentlich der Gyrus angularis, *Ferrier*) stehen in unzweifelhafter Beziehung zum Gesichtssinne; wir haben hier den Sitz der Gesichtsempfindungen für die temporale Hälfte der gleichseitigen und für die nasale Hälfte der contralateralen Retina zu suchen. Ob auch die motorischen Rindencentren für die äusseren Augenmuskeln in dieser Gegend, etwa in den angrenzenden Theilen des Parietallappens liegen, muss noch dahingestellt bleiben.

Der Temporallappen hat wahrscheinlich ähnliche Beziehungen zu den Gehörsempfindungen, wie der Occipitallappen zum Sehen; doch gilt dies wohl nur für die obere, höchstens noch für die mittlere Temporalwindung. Der vorderste Theil des Temporallappens, vorzüglich aber die Gegend des Uncus ist anatomisch mit dem centralen Riechapparate enge verknüpft. Das ganze übrige, sehr bedeutende Gebiet dieses Lappens ist bisher in physiologischer Beziehung noch vollständig unergründet.

Ganz unklar sind noch unsere Kenntnisse über die Localisation der Hautsensibilität an der Grosshirnoberfläche; die von manchen Seiten ausgesprochene Ansicht, dass die Rindenpartien, welche gewisse Muskeln innerviren, gleichzeitig auch als Centren der cutanen Empfindlichkeit für jene Hautstellen zu gelten haben, die über den betreffenden Muskelgruppen liegen, ist bisher klinisch noch keineswegs genügend gestützt.

Aus der gegebenen Darstellung ersieht man, dass eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Rindencentren thatsächlich nicht besteht. Wahrscheinlich sind individuelle Schwankungen bezüglich der Lage der abgrenzenden Furchen in nicht geringem Grade vorhanden. Die, wie bereits erwähnt wurde, sehr beträchtlichen Rindenantheile, welche in der Thiefe der Furchen verborgen sind, schliesen sich, soweit es bekannt ist, functionell dem hier Mitgetheilten an.

Rücksichtlich der Hirnfaltungen im Allgemeinen konnte bisher nicht einmal die principielle Frage entschieden werden, ob die Furchen nur den Zweck haben, eine Vergrösserung der Hirnoberfläche zu ermöglichen, oder ob sie letztere gleichzeitig auch in physiologisch ungleichwerthige Territorien abtheilen sollen. — Nach den eben auseinandergesetzten physiologischen Anschauungen dürfte aber diese zweiterwähnte Bedeutung den Furchen nur in beschränktem Masse zukommen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Schädelkapsel und deren Inhalt (das Gehirn) sich in ihrem Wachsthum wechselseitig beeinflussen (vgl. pag. 119); es wäre aber völlig verfehlt, die Entstehung und Anordnungsweise der Hirnwindungen lediglich auf den durch die Schädelwand geleisteten Widerstand zurückführen zu wollen.

Soviel steht jedenfalls fest, dass durch die Furchung am Grosshirn eine Vergrösserung der Oberfläche erzielt wird — das Gleiche gilt für die Kleinhirnwindungen, die Windungen der unteren Olive und des Corpus dentatum cerebelli. — In die Furchen des Gross- und Kleinhirns dringen Falten der innersten, gefässreichen Hirnhaut, wodurch eine möglichst ausgiebige Ernährung der Hirnrinde ermöglicht wird; die Hirnfurchen sind daher auch als Nährschlitze aufzufassen *(J. Seitz)*.

Für alle Windungen im Centralnervensysteme gilt das Gesetz, dass sie um so schmäler sind, je schmäler das gewundene graue Blatt ist. Daher sind die Occipitalwindungen die schmälsten am Grosshirn, die des Kleinhirns aber noch viel weniger breit.

Ueber die **Entwickelung der Furchen** an der Grosshirnoberfläche haben wir bereits im Laufe der Darstellung Einiges erfahren. Wir haben gesehen, dass sich zuerst die Fossa Sylvii bildet. Im dritten und vierten Monate zeigen sich einige gegen die Fossa Sylvii hinziehende Rinnen, welche übrigens nur als vergängliche Primärfurchen auszufassen sind, denn im fünften Monate sind sie bereits wieder verschwunden; hingegen stellen sich als persistirende Primär- oder Totalfurchen heraus: 1. Die Bogenfurche (Sulcus corporis callosi + Fissura hippocampi), 2. die Adergeflechtsfurche (Fissura choroidea), 3. die

Fissura parieto-occipitalis, 4. die Fissura calcarina, und endlich 5. die Sylvische Spalte.

Erst mit oder nach dem sechsten Monate treten dann die secundären Furchen auf, und zwar zunächst die bedeutendsten: Sulcus centralis, präcentralis, interparietalis, calloso-marginalis; daran schliessen sich dann weitere Furchen in wachsender Anzahl, so dass zur Zeit der Geburt die Ausbildung der Furchen und Windungen nahezu abgeschlossen erscheint; nach *Sernoff* sind in der fünften Woche des postembryonalen Lebens sämmtliche definitiven Windungen und Furchen vorhanden.



Fig. 30. Gehirn des Hundes. Ansicht von oben. Nat. Grösse.
1, 2, 3, 4, Die vier Bogenwindungen, *Bo* Bulbus olfactorius, *Cbll* Cerebellum, *cr* Sulcus cruciatus, *m* Mantelspalte, *msp* Medulla spinalis, *prs* Sulcus praesylvius, *S* Gyrus sygmoideus, *sy* Sylvische Spalte.

Eine **vergleichende Untersuchung der Hirnwindungen** bei Thieren kann nur die Säugethiergehirne in Betracht ziehen, da in den übrigen Wirbelthierclassen überhaupt keine Grosshirnwindungen bestehen. Auch unter den Säugethieren finden sich solche, namentlich kleinere, welche eine glatte, oder nahezu glatte Grosshirnoberfläche darbieten. *Owen* bezeichnete sie als lissencephale Säugethiere, zum Unterschiede von den gyrencephalen, welche Windungen und Furchen zeigen. Innerhalb derselben Ordnung kommt zwar den grösseren Thieren das mehr gefaltete Gehirn zu, doch ist der Furchenreichthum neben anderen Factoren sowohl von der Grösse des Thieres, als auch von dessen Intelligenz abhängig *(Krueg)*. Eine vergleichende, homologisirende Darstellung der Windungsverhältnisse stösst noch auf sehr grosse Schwierigkeiten. *Leuret* hat zuerst versucht ein künstliches System auf Grund gewisser Uebereinstimmungen der Hirnwindungen aufzustellen und die gesammten Säugethiere in 14 Gruppen zusammenzufassen; dabei wurden aber Thiere in einer Gruppe vereinigt, welche nicht nur überhaupt in der Thierreihe weit auseinander stehen, sondern auch sehr wesentliche Differenzen im übrigen Hirnbau darbieten.

Ausgehend von der Fissura Sylvii, bemerkt man, dass die Hauptwindungen bei den meisten Thieren (sehr deutlich z. B. bei Raubthieren)

einen mehr oder minder gekrümmten Bogen mit querer Axe um die Sylvische Furche ausführen; man hat darauf hin dieselben als typische Urwindungen bezeichnet *(Huschke)*. Doch sind es namentlich die Gehirne der Primaten und des Menschen, welche sich diesem Urwindungstypus nur ziemlich gezwungen einfügen lassen.

Bei den Raubthieren finden wir durch zwei bis drei bogenförmige Furchen drei (z. B. Lutra, Mustela) oder vier (z. B. Canis, Felis) Bogenwindungen um die Sylvische Furche gelegt (Fig 30 *1*, *2*, *3*, *4*). Vorne kommen dabei noch zwei besondere Furchen in Betracht, welche sehr charakterisch und von physiologischer Bedeutung sind, und daher im Folgenden besprochen zu werden verdienen. — Von der Mantelkante zieht eine vollständig quer gestellte Furche

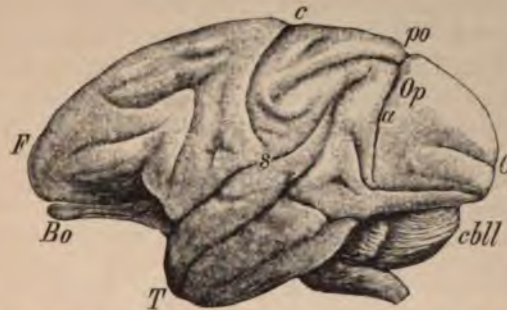


Fig. 31. Gehirn von Cercopithecus. Seitliche Ansicht. Nat. Grösse.
a Affenspalte, *Bo* Bulbus olfactorius, *c* Centralspalte, *cbll* Kleinhirn, *F* Frontalpol, *O* Occipitalpol, *Op* Operculum, *po* Sulcus parieto-occipitalis, *s* Sylvische Furche, *T* Temporalpol.

eine Strecke weit seitlich über die convexe Hemisphärenfläche; da die correspondirenden Furchen beider Hemisphären die Mantelspalte unter rechtem Winkel schneiden und somit ein Furchenkreuz darstellen, werden sie als Sulcus cruciatus bezeichnet (Fig. 30, *cr*), und jener Windungszug, der von der obersten Bogenwindung um diese Furche herumzieht, hat den Namen Gyrus sigmoideus (Fig. 30 *S*) erhalten. Die zweite zu erwähnende auffallende Furche geht von der Furche, welche die Hemisphäre gegen den Lobus olfactorius abgrenzt, schief nach vorne und oben: Sulcus praesylvius (Fig. 30, *prs*); ihr vorderes, oberes Ende ist vor dem Gyrus sigmoideus auch bei der Ansicht des Hundehirns von oben zu bemerken.

Auch das an Windungen ganz besonders reiche Gehirn der Cetaceen lässt vier durch zahlreiche kleine Knickungen complicirte Bogenwindungen erkennen.

Eigenthümliche Verhältnisse treffen wir bei den Affen. Während die kleinsten Affen (Hapale) ein fast ganz furchenloses Gehirn aufweisen, sehen wir bei den grösseren Thieren dieser Gattung zuerst eine Furche, welche ohneweiters als die Centralfurche (Fig. 31 *c*) erkannt werden kann. Ausserdem aber fällt bei ihnen — mit Ausnahme der anthropoiden Affen — eine tief eingreifende Furche auf, welche den fast ganz windungslosen Hinterhauptslappen nach vorne begrenzt: die Affenspalte (Fig. 31, *a*). Die Affenspalte geht oberflächlich, in der Nähe der Mantelkante, in die Fissura parieto-occipitalis über, man könnte sich also veranlasst finden, sie nur für den sehr entwickelten lateralen Theil der letztgenannten Fissur zu halten. Thatsächlich entsteht sie aber dadurch, dass der Hinterhauptslappen sich über in der Tiefe gelegene Theile des Scheitellappens (*Gratiolet's* Uebergangswindungen) nach vorne schiebt und einen leicht aufzuhebenden Deckel (Operculum) bildet. Das Gehirn der anthropoiden Affen nähert sich in den meisten Beziehungen dem menschlichen Typus.

Baracchi C., Sulle circonvoluzioni cerebrali. Modena 1879. *Beer B.*, Ueber die Furchen der Convexität der Grosshirnhemisphären des menschlichen Fötus. Wr. medic. Presse 1889. *Benedikt*, Anatomische Studien an Verbrechergehirnen. Wien 1879. *Betz*, Nachweis zweier Gehirncentra. Centralblatt f. d. medic. Wissenschaft 1874. *Bischoff Th.*, Die Grosshirnwindungen des Menschen. Abh. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch. 1868. *Bischoff Th.*, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn 1880. *Broca P*, Anatomie comparée du cerveau. Revue d'anthropologie 1878—1879. *Calori*, Del cervello nei due tipi brachicefalo e dolichocefalo. Bologna 1870. *Chiarugi G.*, La forma del cervello umano. Siena 1886. *Eberstaller O.*, Zur Oberflächenanatomie der Grosshirnhemisphären. Wr. medic. Blätter 1884. *Eberstaller, O.*, Zur Anatomie und Morphologie der Insula Reilii. Anatom Anzeiger II 1887. *Eberstaller O*, Das Stirnhirn. Wien 1890 *Ecker A.*, Die Hirnwindungen des Menschen. 2. Aufl. 1883. *Exner S.*, Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen. Wien 1881. *Ferrier*, The functions of the brain. 2 Aufl. London 1886. *Flesch M.*, Untersuchungen über Verbrechergehirne. Würzburg 1886. *Gavoy*, Atlas d'Anatomie topographique du cerveau. Paris 1882. *Giacomini C.*, Varieta delle circonvoluzioni cerebrali dell' uomo. Torino 1882. *Giacomini C.*, Guida allo studio delle circonvoluzioni cerebrali dell' uomo. Torino 1884. *Gratiolet*, Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates. Paris 1854. *Goldberg*, Zur Morphologie der Insula Reilii. Anatom. Anzeiger II, 1887. *Hamy*, Contribution à l'étude du developpement des lobes cérébraux. Revue d'Anthropologie 1873. *Hervé G.*, La Circonvolution de Broca, Paris 1888. *Heschl R.*, Die Tiefenwindungen des menschlichen Grosshirns und die Ueberbrückung der Centralfurche. Wr. med. Wochenschrift 1872. *Heschl R*, Ueber die vordere quere Schläfenwindung. Wien 1878. *Hitzig*, Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. *Krueg J.*, Ueber die Furchung der Grosshirnrinde der Ungulaten, Zeitschr. f. wissenschafliche Zoologie 1875. *Krueg J.*, Ueber die Furchen auf der Grosshirnrinde der zonoplacentalen Säugethiere. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie 1880. *Kundrat*, Arhinencephalie. Graz 1882. *Lachi*, Le circonvoluzioni cerebrali dell' uomo. Siena 1880. *Leuret* und *Gratiolet*, Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1839—1857. *Lussana*, Compendio anatomico delle circonvoluzioni cerebrali. Milano 1866. *Mendel*, „Gehirn". *Eulenburg's* Real-Encyklopädie. 2. Aufl. 1886. *Meynert*, Die Windungen der convexen Oberfläche des Vorderhirns Arch. f. Psych. 1877, VII. B. *Mingazzini*, Ueber die Ent-

wickelung der Furchen und Windungen des menschlichen Gehirns. Moleschott's Unters. XIII. Bd. 1888. *Mingazzini,* Ueber die Furchen und Windungen des Gehirns der Primaten und der menschlichen Frucht. Moleschott's Unters., XIV. *Monselise,* Le pieghe degli emisferi cerebrali. Verona 1879. *Nothnagel,* Ueber die Localisation der Gehirnkrankheiten. Wiesbaden 1887. *Obersteiner,* Die motorischen Leistungen der Grosshirnrinde. Wr. med. Jahrb. 1878. *Owen,* On the Anatomy of Vertebrates III. 1868. *Passet,* Ueber einige Unterschiede des Grosshirns nach dem Geschlecht. Arch. f. Anthropologie 1883, XIV. Bd. *Pansch,* Die Furchen und Wülste am Grosshirn des Menschen. Berlin 1879. *Pozzi,* Circonvolutions cérébrales. Dictionn. encyclop. 1875. *Rüdinger,* Ein Beitrag zur Anatomie des Sprachcentrums. Jubiläumsschrift f. Bischoff 1882. *Rüdinger,* Ein Beitrag zur Anatomie der Affenspalte. Festschr. f. Henle 1881. *Rüdinger,* Vorläufige Mittheilungen über die Unterschiede der Grosshirnwindungen nach dem Geschlechte. München 1877. *Schäfer* und *Horsley,* Proc. Royal Soc., XXXVI. Bd. und Philos. Trans. CLXXIX. Bd. *Schnopfhagen,* Ueber die Entstehung der Windungen. Psych. Jahrb. IX. Bd. *Seitz,* Ueber die Bedeutung der Hirnfurchung. Wien 1887. *Semon* und *Horseley,* Exper. Invest. of the central motor innervation of the Larynx. Phil. Trans. CLXXXI. Bd. 1890. *Sernow,* Die individuellen Typen d. Hirnwindungen. Moskau 1877. *Tenchini,* Sopra alcune varietà della Scissura di Rolando. Riv. sperimentale di freniatria. 1883. *Turner,* The Convolutions of the human cerebrum. Edinburgh 1866. *Wagner R.,* Vorstudien zu einer wissenschaftl. Morphologie des Gehirns. Göttingen 1860—62. *Weisbach,* Die Supraorbitalwindungen des menschlichen Gehirns. Wr. med. Jahrb 1870. *Wernicke,* Das Urwindungssystem des menschlichen Gehirns. Arch. f. Psychiatrie. VI. 1886. *Wilder,* Human cerebral fissures. American Naturalist 1886. *Zuckerkandl E.,* Ueber den Einfluss des Nahtwachsthums und der Schädelform auf die Richtung der Gehirnwindungen. Wr. med. Jahrb. 1883. *Zuckerkandl E.,* Ueber Defecte an der Sprachwindung. ibid. *Zuckerkandl E.,* Ueber das Riechcentrum. Stuttgart 1887.

Grösse und Gewicht des Gehirns.

Von einer Untersuchung über die Grösse des Gehirns dürfen wir im günstigsten Falle nicht mehr erwarten, als dass wir Aufschluss erhalten über den Grad geistiger Leistung, zu welchem das Organ befähigt ist. Ob aber diese Anlage auch zur Ausbildung gelangt, hängt erst von zahlreichen äusseren, oft rein socialen Umständen ab, und dies kann wohl auch die genaueste Gehirnuntersuchung nie und nimmer aufdecken. Diese Betrachtung allein genügt schon, um uns darzuthun, dass vollkommene Uebereinstimmung zwischen Gehirngrösse und geistiger Leistung nicht vorausgesetzt werden darf.

Aber eine noch weit ansehnlichere Verschiebung erfährt dieser, vielleicht von vorneherein zu supponirende Parallelismus durch einen anderen Umstand: Von zwei ganz gleich grossen Gehirnen kann das eine zu einer bedeutend ausgiebigeren Thätigkeit dadurch befähigt sein, dass seine innere Architektur eine richtigere, entsprechendere ist, dass die einzelnen Elemente, welche es zusammensetzen, feiner construirt, überhaupt leistungsfähiger sind.

In der Regel pflegt man nicht die Grösse selbst des Gehirns zu messen, sondern man bestimmt sein Gewicht. Wir werden daher zunächst zu untersuchen haben, in welcher Beziehung das Gehirngewicht zu der geistigen Leistungsfähigkeit steht.

Bezüglich der Methode der Gehirnwägung sei zunächst darauf hingewiesen, dass vorerst die inneren Häute desselben entfernt werden müssen. Das Gewicht der inneren Hirnhäute mit Einschluss des in den Subarachnoidalräumen befindlichen Serums beträgt nach *Broca* im Mittel für den Mann 55·8 Gramm, für die Frau 48·7 Gramm. Bei Geisteskranken fand *Morselli*, selbst mit Ausschluss jener Fälle, in denen hochgradige Veränderungen in den Meningen vorhanden waren, diese Zahlen viel höher und zwar 124·5 und 93·3 Gramm.

Auch die Stelle, an welcher das Gehirn von dem Rückenmarke, in welches es unmerklich übergeht, abzutrennen sei, wird nicht immer ganz gleich angegeben, ja ist überhaupt nicht immer ganz gleich zu treffen, so dass dadurch ein Unterschied von mehreren Grammen entsteht. Endlich fliesst mehr oder minder viel Flüssigkeit, welche in den Hirnhöhlen enthalten ist, aus, wodurch gleichfalls wieder eine merkliche Differenz im Gesammtgewichte entstehen kann.

Wenn man blos die Gehirne Erwachsener in Betracht zieht, so ergibt sich für das Gehirn des Mannes ein Mittelgewicht von 1360 Gramm, für das des Weibes von 1230.

Als solche Umstände, welche einen gewissen Einfluss auf das Gewicht des Gehirns ausüben, sind, abgesehen vom Geschlechte, noch zu erwähnen: das Alter, die Körperlänge und das Körpergewicht, die Rasse und endlich gewisse krankhafte Zustände, welche eine Zu- oder Abnahme des Gehirngewichtes bedingen.

Bezüglich des Alters ergibt sich, dass das Gehirn schon frühzeitig eine beträchtliche Entwickelung erfährt und gegen das zwanzigste Jahr hin ziemlich den Höhepunkt seiner Ausbildung erreicht, auf dem es nun etwa bis zum sechszigsten Jahre beim Manne (zum fünfzigsten bei der Frau) verbleibt, von da an ist wieder eine constante Abnahme des Gehirngewichtes zu verzeichnen.

Das Verhältniss des Gehirngewichtes zum Gewichte des gesammten Körpers bezeichnet man als relatives Gehirngewicht; dasselbe berechnet sich nach *Thurnam* für den erwachsenen Mann auf 1 : 33, für die Frau 1 : 31·9. Bei Neugeborenen beträgt dieses Verhältniss aber 1 : 5·8, respective 1 : 6·5; bei diesen ist also das Gehirn relativ bedeutend grösser als beim Erwachsenen.

Vergleicht man die Gehirngewichte verschiedener Personen mit Rücksicht auf deren Körperlänge, so ergibt sich, dass das erstere langsamer zunimmt als letztere; so kommen beispielsweise bei

Männern von 150 Centimeter Grösse auf je einen Centimeter Körperlänge 8·7 Gramm Gehirn, bei einer Grösse von 190 aber nur 7·1 Gramm.

Bezüglich der Rassen ist das vorliegende Materiale noch ein ungenügendes und dürfen die aus demselben gewonnenen Resultate noch nicht Anspruch auf Richtigkeit machen.

Wo man das Gehirn nicht direct auf die Wage bringen kann, gibt eine Messung des inneren Schädelraumes ziemlich gute Anhaltspunkte, um auf die Grösse des Gehirns zu schliessen, wobei selbstverständlich gewisse Correcturen vorzunehmen sind. Es ist uns aber dadurch die Möglichkeit gegeben, Angaben zu machen über das Gehirngewicht von Rassen, welche nur durch Schädeln in anthropologischen Sammlungen vertreten sind, ja selbst von ausgestorbenen Rassen. So fand *Broca* den mittleren Inhalt von 115 Schädeln aus dem 12. Jahrhundert 1426 Kubikcentimeter, den von 125 Schädeln aus dem 19. Jahrhundert (durchwegs von Parisern) 1461·5 Kubikcentimeter, also beträchtlich grösser, woraus sich auf eine entsprechende Zunahme des Hirngewichtes schliessen lässt.

Nur wenige Thiere besitzen ein schwereres Gehirn als der Mensch.

Am schwersten ist das Gehirn des Elephanten, es erreicht das Gewicht von 4000 bis 4600 Gramm. Auch das Gehirn grosser Walfische erreicht 3000 Gramm *(Beauregard)*, hingegen wiegt das Gehirn des Pferdes nur 600 bis 680, das des Stieres 400 bis 500 Gramm; das Gehirn des Gorilla übersteigt niemals 500 Gramm.

Das relative Gehirngewicht unterliegt bei Thieren noch viel grösseren Schwankungen als beim Menschen. Es ist nicht richtig, dass der Mensch das relativ schwerste Gehirn besitzt, er wird darin von einigen Singvögeln und kleinen Affen übertroffen.

Versucht man eine Parallele zwischen geistiger Leistung und Grösse des Gehirns, respective Gewicht des Gehirns zu finden, so kommt man zu dem Schlusse, dass eine solche nur mit grösster Reserve angenommen werden darf.

Allerdings zeigt eine Zusammenstellung zahlreicher Gehirne, dass wir in der That mehr schwere Gehirne bei den Männern des geistigen Lebens finden und dass hingegen in den niederen, ungebildeten Classen die leichten Gehirne überwiegen; doch darf im einzelnen Falle ein schweres Gehirn nicht als Zeichen hervorragender geistiger Leistung angesehen werden, ebensowenig wie ein leichtes Gehirn — sobald nicht gewisse Grenzen überschritten werden — nur mit geistiger Inferiorität vereinbar ist. Der grosse Politiker Gambetta hatte ein Gehirngewicht von nur 1100 Gramm, andererseits sind drei Gehirne bekannt,

welche das Gewicht von 2000 Gramm übersteigen, und zwar das Gehirn eines Arbeiters, Namens Rustan (von *Rudolfi* mit 2222 Gramm angegeben, nach neueren Berechnungen aber kaum 2000 Gramm überschreitend), das des grossen Dichters Turgenjeff, 2012 Gramm, und das eines mässig begabten Mannes aus den besseren Ständen, circa 2028 Gramm *(Obersteiner)*. Als unterste Grenze, unter welche das Gehirngewicht nicht herabsinken darf, ohne dass eine sehr merkliche Abschwächung der geistigen Fähigkeiten — Idiotie — damit verbunden wäre, kann für das männliche Gehirn 1000 Gramm, für das weibliche 900 Gramm angenommen werden. Ausnahmweise leicht bei halbwegs erhaltener Intelligenz war das Gehirn einer im Wiener Versorgungshause verstorbenen Frau: 740 Gramm *(Hess)*. Idiotengehirne können bis unter 300 Gramm sinken, das leichteste hat *Marschall* mit 241 Gramm angegeben. Das Gehirn des Idioten Mottey wog 369 Gramm.

Es lässt sich demnach folgender Satz aufstellen:

Eine Beziehung zwischen Gehirngewicht und Intelligenz besteht nur in der Weise, dass im Allgemeinen bei geistig höher entwickelten Rassen und in den Ständen mit vorwiegend geistiger Arbeit die schwereren Gehirne gefunden werden, sowie dass das Hirngewicht einen gewissen Minimalwerth überschritten haben muss, damit die psychischen Functionen in normaler Weise ablaufen können.

Ausgehend von der Thatsache, dass eigentlich nur die Hirnrinde für die Beurtheilung der intellectuellen Leistungen in Betracht kommt, hat man auch versucht, die **Gesammtoberfläche** des Grosshirns direct zu messen.

Da man dabei in die Tiefe der Furchen zwischen den einzelnen Windungen eindringen muss, so kann die Aufgabe, die Oberfläche eines menschlichen Gehirns zu messen, nur sehr schwer lösbar sein.

Von allen hierzu versuchten Methoden hat noch die von *Hermann Wagner*, obwohl sie auch sehr zeitraubend ist, die der Wahrheit am nächsten kommenden Resultate geliefert. Man bedeckte das Gehirn an seiner ganzen Oberfläche mit kleinen Stückchen Blattgoldes, die dann zusammengelegt und eventuell gewogen wurden, und so die Gesammtoberfläche des Gehirns repräsentirten. Die Oberfläche des Gehirns vom Mathematiker Gauss betrug 221.005 Quadratmillimeter (also etwa einem Quadrate entsprechend, dessen Seiten nicht ganz $^1/_2$ Meter lang sind), die Oberfläche eines Arbeitergehirns bestimmte *Wagner* nur auf 187.672.

Von grösster Bedeutung wäre eine genaue Kenntniss des **Gewichtes der einzelnen Hirntheile**. Nachdem aber die Trennung des Gehirns in einzelne Theile immer mehr oder minder willkürlich

ausfallen muss, werden die bei solchen Wägungen gewonnenen Zahlen nur mit Vorsicht zu verwerthen sein.

Aus den sehr genauen Wägungen *Meynert's* ergibt sich, wenn man das Gesammthirn in Hirnmantel, Hirnstamm und Kleinhirn zerlegt, folgendes Procentverhältniss:

	Hirnmantel	Hirnstamm	Kleinhirn
Männer . . .	78·5	11·0	10·5
Frauen . . .	78·3	11·1	10·6

Dabei schwankte das Gewicht des Hirnmantels zwischen 1250 und 570 Gramm, das des Hirnstammes zwischen 168 und 84 Gramm, und das des Kleinhirns zwischen 180 und 99 Gramm.

Es darf allerdings nicht übersehen werden, dass *Meynert* nur die Gehirne erwachsener Geisteskranker gewogen hat.

Beide Hemisphären des Grosshirns sind nahezu gleich schwer; *Boyd* fand allerdings fast immer die linke Hemisphäre um einige Gramme schwerer als die rechte.

Eine Untertheilung einer Grosshirnhemisphäre in einzelne Lappen ist ja fast gar nicht durch feste, sichere Trennungslinien fixirt und werden die den Theilwägungen anhaftenden Mängel hier ganz besonders zu Tage treten müssen.

Bezüglich des **Gehirngewichtes Irrsinniger** ergeben die Wägungen *Meynert's*, dass das geringste Gewicht in der Dementia paralytica und weiterhin im chronischen Alkoholismus anzutreffen ist. Beim paralytischen Blödsinn betraf der Schwund des Gehirns fast ausschliesslich den Hirnstamm; das Kleinhirn wurde nahezu gar nicht davon betroffen. Wie wir erwähnt haben, sinkt bei Idioten das Gehirngewicht noch weiter herab und erreicht hier die Minimalwerthe. Differenzen am Gewicht beider Hemisphären finden sich bei Geisteskranken häufiger und sie werden hier gelegentlich auch bedeutender; ein Gewichtsunterschied von mehr als 20 Gramm muss jedenfalls schon als abnorm angesehen werden.

Aus einer grossen Anzahl von Wägungen schliesst *Pfleger*, dass bei an chronischen Krankheiten verstorbenen Personen das Gehirn um 2 bis 5 Procent leichter erscheint, dass aber die drei Haupttheile des Gesammthirns an diesem Gewichtsverluste ziemlich gleichmässig betheiligt sind.

Die Methoden, das **specifische Gewicht** des Gehirns in toto zu berechnen, sind meist ziemlich unsicher; hingegen ist die Methode von *Sankey*, zur Bestimmung des specifischen Gehirns kleiner Stückchen des Gehirns, am meisten anzurathen; es fällt dabei auch die Nothwendigkeit einer genauen Wage weg.

Man fertigt sich Salzlösungen (am besten schwefelsaure Magnesia) von bestimmter Dichte an, und zwar von 1·024, 1·026, 1·028 u. s. w. bis etwa 1·050, also im Ganzen 14 verschiedene Lösungen. Man holt sich nun ein ganz kleines Stückchen aus der zu untersuchenden Gehirngegend heraus und bringt es in eine dieser Lösungen; sinkt es zu Boden, so ist sein specifisches Gewicht grösser, bleibt es an der Oberfläche, dann ist es geringer als das der Flüssigkeit, schwimmt es in der Flüssigkeit, dann hat man die richtige Dichte getroffen. Sinkt es aber z. B. bei 1·034 zu Boden und bleibt bei 1·036 oben, dann liegt sein specifisches Gewicht in der Mitte, also bei 1·035. Man muss das Verhalten des Stückchens gleich beim Eintauchen in die Flüssigkeit beobachten und anhängende Luftbläschen wohl vermeiden.

Nachstehende Tabelle zeigt die Mittelzahlen aus einer grösseren Anzahl von Wägungen.

Grosshirn											Kleinhirn				
linke Hemisphäre				rechte Hemisphäre											
Rinde															
F.	P.	O.	T.	F.	P.	O.	T.	Mark.	C. str.	Th.opt.	Rinde	Mark.	C. dnt.	Pons.	Md. o.
1·0308	1·0325	1·0360	1·0330	1·0308	1·0325	1·0362	1·0326	1·0412	1·0378	1·0402	1·0376	1·0412	1·0400	1·0413	1·0371

Immer ist die Stirnrinde am leichtesten, die Occipitalrinde am schwersten; Parietal- und Temporalrinde stehen in der Mitte. Das centrale Mark des Grosshirns und des Kleinhirns sind gleich und am schwersten, nur die Brücke erscheint um ein unbedeutendes schwerer.

Der Thalamus opticus hat ein höheres specifisches Gewicht als das Corpus striatum. Grösserer Markreichthum macht überhaupt das specifische Gewicht ansteigen. Wurde die breite Rinde einer vorderen Centralwindung in drei gleiche Dritttheile zerlegt, so war das specifische Gewicht dieser drei Schichten von aussen nach innen:

1·028, 1·034, 1·036.

Es erscheint also die innerste Schicht mit ihren massenhaft einstrahlenden Radiärfasern am schwersten. Die Tangentialfasern an der Oberfläche sind offenbar in zu schmaler Schicht angelagert und nicht im Stande, den Ausfall der auch in den mittleren Lagen noch sehr zahlreichen Radiärfasern zu decken. — Auf dieses wechselnde specifische Gewicht in den verschiedenen Rindentiefen muss man bei

der Untersuchung der Rinde aus verschiedenen Hemisphärengegenden wohl bedacht sein. —

Welchen Einfluss verschiedene Umstände, wie Alter, Krankheit u. s. w., auf das specifische Gewicht des Gehirns und seiner Theile auszuüben vermögen, könnte nur aus einer sehr grossen Beobachtungsreihe sicher erschlossen werden.

Parchappe, Sur le volume de la tête et de l'encephale chez l'homme. Paris 1837. *Reid*, Monthly Journal of med. science 1843. *Peacock*, Monthly Journal of med. science, VII, 1846. *Huschke*, Schädel, Hirn und Seele. 1854. *Wagner R.*, Vorstudien zu einer künftigen wissenschaftlichen Morphologie des Gehirns. Abh. d. k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, IX und XI. Bd. 1860 und 1862. *Wagner H.*, Massbestimmungen der Oberfläche des grossen Gehirns. Göttingen 1864. *Thurnam*, On the weight of the brain. Journ. of ment. sc. 1866. *Meynert*, Das Gesammtgewicht und die Theilgewichte des Gehirns. Vierteljahrschr. f. Psychiatrie I. 1867. *Davis*, Contribut. tow. determining the weight of the brain in differ. races of man. 1868. *Weisbach*, Gehirngewicht, Capacität und Umfang des Schädels. Wr. med. Jahrb. 1869. *Le Bon*, Rech. anatom. et mathem. sur le volume du cerveau. Revue d'Anthropol. 1879. *Bischoff Th.*, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn 1880. *Pfleger Lud.*, Untersuchungen über das Gewicht des menschlichen Gehirns. Jahrb. f. Psych. 1881. *Tigges*, Das Gewicht des Gehirns und seiner Theile bei Geisteskranken. Allg. Zeitschr. f. Psych. 1888. XLV. Bd. *Morselli*, Sul peso dell encefalo. Riv. sperim. XIII. 1888. *Obersteiner*, Ein schweres Gehirn, nebst Bemerkungen über das specif. Hirngewicht. Centralbl. f. Nervenh. 1890. *Sankey*, Brit. and for. med. Review 1853. *Bastian*, On the specific Gravity of different parts of the human brain. Journ. of ment. sc. 1861.

DRITTER ABSCHNITT.

Histologische Elemente des Centralnervensystems.

Um den Bau des Centralnervensystems richtig erfassen zu können, ist es unumgänglich nothwendig, alle Elemente genau zu kennen, aus denen es sich zusammensetzt.

Es sind nicht ausschliesslich nervöse Gebilde, die sich an dem Aufbau des Centralnervensystems betheiligen; diese sind vielmehr eingeflochten in ein Gerüst andersartiger Elemente, die zu deren Ernährung und Stütze vorhanden sind.

Ich gebe zunächst die Uebersicht aller im Centralnervensysteme anzutreffenden Gewebsarten, die wir dann der Reihe nach einzeln näher betrachten werden.

A. Nervöse Bestandtheile.
  1. Nervenfasern.
  2. Nervenzellen.

B. Nicht nervöse Bestandtheile.
  1. Epithelien.
  2. Gefässe.
  3. Stützgewebe:
    a) Bindegewebe.
    b) Neuroglia.

A. Nervöse Bestandtheile.

1. Nervenfasern.

Wir werden bald sehen, dass mehrere Arten von Nervenfasern unterschieden werden müssen — allen aber ist ein histologischer Bestandtheil gemeinsam, dessen Anwesenheit allein für die Nervenfaser charakteristisch ist: der **Axencylinder** (Cylinder axis, Primitivband, Axenfaser). Man erkennt den Axencylinder an frischen, peripheren

Nervenfasern nur schwer; erst nach Einwirkung verschiedener Reagentien tritt er deutlich hervor, so dass man eine Zeit lang an seiner Präexistenz in der lebenden Nervenfaser zweifeln und ihn als ein Kunstproduct bezeichnen konnte.

Um den Axencylinder darzustellen, gibt es zahlreiche Methoden. Man nehme den ganz frischen Nerven eines eben getödteten Thieres — der Nervus ischiadicus des Frosches eignet sich wegen seiner dicken Fasern besonders gut — und zerzupfe einen Theil, ohne weiteren Zusatz als ein wenig Serum, am Objectträger möglichst rasch und fein, wobei man Acht habe, die einzelnen Fasern recht lang und gerade auszubreiten; hierauf bringt man auf das Präparat einen Tropfen Collodium und bedeckt mit einem Deckgläschen. Man wird nun bald die Axencylinder als dunklere Bänder im Inneren der Fasern verlaufen sehen; doch hält sich dieses Präparat nur kurze Zeit. Einfacher ist es, die Nervenfasern in *Ranvier's* $^{1}/_{3}$ Alkohol (2 Theile Wasser und 1 Theil Alkohol von 90 Procent) zu zerzupfen.

Legt man ein grob zerzupftes Stück des frischen Nerven für 24 Stunden in eine schwache Lösung von Ueberosmiumsäure (0·1 Procent) und zerfasert nach vorheriger Auswässerung, so erhält man Präparate, welche ausser zahlreichen anderen, später zu beschreibenden Details auch den Axencylinder als centrales helleres Band erkennen lassen. Solche Fasern kann man auch nachträglich mit Pikrokarmin oder Fuchsin u. a. färben.

Zur Isolirung frischer peripherer Nervenfasern, was oft sehr schwierig ist, gibt *S. Mayer* folgende gute Methode an. Man schneidet aus der Continuität eines grösseren Nerven ein etwa $^{1}/_{2}$ Centimeter langes Stück derart heraus, dass es auf dem darunter befindlichen Muskel liegen bleibt, und hebt auf letzterem das Nervenstück, ohne es zu berühren, heraus, um es dann auf eine dunkle Unterlage zu übertragen. Bald bemerkt man, dass sich die starke Nervenscheide an beiden Schnittenden etwas von ihrem Inhalt retrahirt hat, der sich als die eigentliche, nur mit einer geringen Menge nicht nervösen Gewebes untermischte, atlasglänzende Nervensubstanz präsentirt. Fixirt man nun mittelst einer Nadel den Nerven an einer nicht weiter zu verwendenden Stelle, so kann man mit der anderen Nadel durch einen leichten Zug ein an einem Schnittende aus der Scheide hervorragendes feines Bündel herausziehen, welches sich ohne besonderen Widerstand weiter zerlegen lässt.

Mit Karmin gefärbte Schnitte von dem in doppeltchromsaurem Kali gehärteten Rückenmarke oder verlängerten Marke liefern je nach der gewählten Schnittrichtung Präparate, an denen die Nervenfasern mit scharf roth gefärbten Axencylindern entweder der Länge



Fig. 32. Querschnitt aus dem Vorderstrange des Rückenmarkes. Karminfärbung. Vergr. 150.
a peripherer grauer Rindensaum, *b* kleineres Septum. In der Marksubstanz sind ausser den querdurchnittenen groben und feinen Nervenfasern noch drei deutliche vielstrahlige Bindegewebszellen zu sehen, eine davon ist mit *c* bezeichnet.

nach oder im Querschnitte erscheinen (Fig. 32). Aehnlich kann man auch periphere Nervenstämme behandeln oder dieselben zerzupfen.

Bei den letztgenannten Präparationsmethoden erscheint der Axencylinder als ein nahezu homogener Strang, welcher allerdings meist zahlreiche Windungen und Knickungen im Inneren der Nervenfaser erkennen lässt, doch sind diese nur als durch die Härtung entstandene Kunstproducte anzusehen (Fig. 33). In Alkohol gehärtete Nervenfasern sollen nach *Fleischl* ihren Axencylinder besser conserviren.



Fig. 33. Periphere markhaltige Faser. Härtung in chromsaurem Kali, Färbung mit Karmin, Zupfpräparat. Vergr. 200. *a* der gewundene Axencylinder, *b* *Ranvier*'sche Einschnürung, *c* Kern der *Schwann*'schen Scheide.

Durch Anwendung anderer Hilfsmittel gelingt es aber auch noch weitere Details im Baue des Axencylinders zu erkennen. Die am meisten verbreitete Ansicht ist die, wonach er als ein hohler Schlauch (Axencylinderscheide) aufzufassen ist, erfüllt von einer zähflüssigen (nach Anderen leichtflüssigen) Substanz, in welche eine Menge äusserst feiner Fasern (Primitivfibrillen) eingelagert ist. Die Anzahl dieser Primitivfäserchen hängt vom Durchmesser des Axencylinders ab (*Kupffer* zählte in den dickeren Nervenfasern des Froschischiadicus über hundert Primitivfibrillen); ihre, übrigens ungleiche, Dicke ist fast immer so gering, dass eine Messung auch bei Anwendung starker Vergrösserungen nicht möglich ist. — In der Mitte des Axencylinders sind diese Fibrillen meist dichter gedrängt, während die peripheren Theile oft ganz fibrillenlos erscheinen. Die grossen Nervenfasern im Bauchstrang des Flusskrebses zeigen im lebenden Zustande, ganz frisch in einem Tropfen Blute desselben Thieres untersucht, diese Fibrillenbündel *(Remak, Freud)* besonders als centralen Strang. Nach Maceration frischer Nervenfasern in schwacher Chromsäurelösung (1 : 2000) wird die fibrilläre Structur des Axencylinders

mitunter auch deutlich sichtbar. Für Dauerpräparate empfiehlt *Kupffer* folgende Methode: Der Nerv wird in physiologischer Streckung fixirt. Dies geschieht nach *Ranvier* in der Weise, dass das frische Nervenstück auf ein kleines Holzstäbchen (z. B. ein Streichholz) übertragen wird; dieses Stäbchen hat man vorher eine Strecke weit in seinem mittleren Theile dünner zugeschnitten; der Nerv wird dann brückenartig durch eine obere und eine untere Ligatur darauf fixirt. Nerv und Holzstiel werden hierauf zwei Stunden lang in 0·5procentige Osmiumsäurelösung gelegt, durch zwei Stunden in destillirtem Wasser ausgewaschen und für ein bis zwei Tage in eine concentrirte wässerige Lösung von Säurefuchsin gebracht. *Jacobi* findet, dass eine concentrirte wässerige Lösung von Bismarckbraun, in gleicher Weise angewendet, vortheilhafter sei. Dann wäscht man 6 bis 12 Stunden in absolutem Alkohol aus, hellt den Nerven in Nelkenöl auf, bettet ihn in Paraffin ein (24stündiges Verweilen in etwas über dem Schmelzpunkte flüssig erhaltenem Paraffin) und macht nun Längs- und Querschnitte. Die so erhaltenen Präparate zeigen die Primitivfibrillen im sonst ungefärbten Axencylinder (Fig. 34). An bestimmten Stellen der Nervenfaser, die wir später als *Ranvier*'sche Einschnürungen kennen lernen werden, rücken die einzelnen Fibrillen des Axencylinders dicht aneinander *(Boveri)*.



Fig. 34 Periphere Nervenfasern vom Frosch. Ueberosmiumsäure und Bismarckbraun. *a* Längsschnitt, *b* Querschnitt. Vergr. 1000.

Apathy sieht am lebenden Nerven diese Primitivfibrillen nur in der äusseren Wand des Axenschlauches; erst durch seine Schrumpfung gelegentlich der Härtung sollten die oben beschriebenen Bilder entstehen. Eine Anzahl neuerer Forscher findet in dem ganzen Axencylinder ein feines Netzwerk, ein Stützgewebe ausgespannt; in diesem würden entweder erst die Fibrillen verlaufen *(M. Joseph)* oder solche existiren überhaupt nicht; das Stützgewebe selbst wäre als contractile Substanz aufzufassen *(Heitzmann)*.

Aus den Untersuchungen von *Leydig* und *Nansen*, denen theilweise auch *Retzius* zustimmt, würde sich aber für den Axencylinder eine gänzlich abweichende Structur ergeben. Er soll aus einer grossen Anzahl enge aneinander gelagerten Primitivröhren zusammengesetzt sein, die aus einer äusserst feinen, bindegewebiger Scheide (Spongioplasma) und aus einem viscösen Inhalte (Hyaloplasma) bestehen. Die verdickten Stellen der Scheiden zwischen den Primitivröhren würden

das Bild von Primitivfibrillen vortäuschen; es wären demnach nicht die letzteren, sondern gerade jene Stellen, welche man bisher für flüssige Zwischensubstanz gehalten hat, als physiologisch wichtigste Bestandtheile des Axencylinders anzusehen.

Bei dem Umstande also, als bezüglich der feineren Structur des Axencylinders die Ansichten mehr denn je auseinandergehen und, namentlich mit Hinsicht auf die leitenden Substanzen im Nerven, die Fibrillentheorie und die Hyaloplasmatheorie sich schroff gegenüber stehen, mussten die verschiedenen auseinanderweichenden Anschauungen hier erwähnt werden.



Fig 35. Axencylinder aus der weissen Substanz des Rückenmarkes, deren Scheide durch Argentum nitricum quergestreift erscheint, *Frommann*'sche Streifen. Bei *a* nackter Axencylinder. Vergr. 400.

Lässt man ein kleines Stückchen weisser Substanz aus dem Rückenmarke eines eben getödteten Thieres in einer schwachen wässerigen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd (1 : 400) 8 bis 14 Tage im Dunkeln maceriren, zerfasert, nach vorherigem Auswaschen in destillirtem Wasser, in einem Tropfen Glycerin und setzt das fertige Präparat eine kurze Zeit der Einwirkung des Tageslichtes aus, so trifft man viele vom Marke entblösste Axencylinder, welche in einer längeren Strecke ihres Verlaufes durch das Silber gebräunt erscheinen. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass diese Färbung meist nicht continuirlich ist, sondern durch eine Succession dunkler und heller Querbänder hervorgerufen wird. Die Breite dieser Streifen ist verschieden (1 bis 4 μ), bleibt aber innerhalb eines kleinen Verlaufsstückes des Axencylinders in der Regel constant, so dass dieser mehr oder minder zart, gleichmässig quergestreift erscheint — im Gegensatze zu der Längsstreifung, welche uns die früheren Methoden aufgewiesen haben (Fig. 35).

Diese Bräunung durch Silber betrifft aber nur anscheinend den Axencylinder selber, thatsächlich ist es eine äusserst dünne, zarte Membran, die den Schlauch darstellt, in welcher die flüssige Axencylindersubstanz mit den Fibrillen enthalten ist — **Axencylinderscheide.** Man sieht häufig am Ende einer Faser den geronnenen Axencylinder ungefärbt aus seiner Scheide eine Strecke weit heraustreten. Worauf diese eigenthümliche Art der Silberimprägnation beruht, kann noch nicht angegeben werden, doch wäre es vollkommen verfehlt, dieselbe lediglich als ein weiter nicht zu beachtendes Kunstproduct anzusehen. Die Dicke des Axencylinders steht nicht immer in directem Ver-

hältnisse zur Breite der Querstreifen. Diese zuerst von *Frommann* beschriebene Zeichnung am Axencylinder — daher als *Frommann*sche Streifen bekannt — findet sich auch an peripheren Nerven, ferner auch an noch marklosen Rückenmarksfasern neugeborener Thiere.

Der Axencylinderschlauch wird bei den meisten Nervenfasern noch von einer oder mehreren Umhüllungen umgeben, und zwar sind dies die Markscheide, die *Schwann*'sche Scheide und die Adventitialscheide. Diese drei genannten Scheiden finden sich an der Mehrzahl der peripheren Nerven, daher diese bei den zunächst folgenden Untersuchungen das Beobachtungsmateriale abgeben mögen.

Die **Markscheide** (Myelinscheide) folgt nach aussen von der Axencylinderscheide; an frisch heraus präparirten Nervenfasern beginnt sie bald, namentlich in den äusseren Schichten, zu gerinnen, wodurch zunächst das Bild der sogenannten doppeltcontourirten Fasern entsteht (Fig. 36). Später gerinnt das Nervenmark bis an den Axencylinder hin zu kugeligen Massen, so dass die Faser in ihrem ganzen Aussehen noch mehr alterirt wird, wie dies von *Boll* besonders eingehend studirt wurde. An den Enden der Nervenfasern treten diese Gerinnungsproducte als eigenartige, rundliche, vielgestaltige Tropfen mit doppeltem Contour, Myelintropfen, aus. Die Entstehung dieser Myelinformationen ist, wie wir mit *Gad* und *Heymanns* annehmen dürfen, auf Quellungserscheinungen des in der Markscheide vorhandenen Lecithins zurückzuführen mit Bildung von Niederschlagsmembranen. Mit Osmiumsäure färben sich nur diese Membranen der Myelintropfen, nicht ihr Inneres.



Fig. 36 Eine frische markhaltige Nervenfaser aus dem Nervus ischiadicus des Frosches. Beginnende Markgerinnung, bei *a* ist der Axencylinder ein wenig frei, bei *b* austretende Myelinkugeln. Vergr. 200.

Viele Farbstoffe, z. B. Karmin, werden von der Markscheide nur sehr wenig aufgenommen, daher sie, auch an gehärteten Präparaten, nach Behandlung mit solchen Tinctionsmitteln, ganz oder nahezu ungefärbt bleibt. Ein Querschnitt durch einen peripheren Nerv oder durch das Rückenmark zeigt dann um den gefärbten Axencylinder den hellen Saum des Markes, und zwar erscheint dieses meist concentrisch geschichtet. Häufig sind auch einzelne dieser Ringe im Inneren des Markes ein wenig gefärbt (Fig. 32);

dabei geschieht es, dass am Querschnitte die Markscheiden einzelner Fasern ganz ungefärbt bleiben, während andere hingegen merklich viel Farbstoff, oft auch nur in einzelnen concentrischen Schichten, aufgenommen haben. Es beruht dies aber, wie überhaupt die concentrische Schichtung des Markes, hauptsächlich auf dem Gerinnungsvorgange und nicht auf histologisch, respective physiologisch verschiedenem Verhalten der gefärbten und der ungefärbten Nervenfasern. Auf Längsschnitten erscheinen nämlich viele Nervenfasern während einer längeren Verlaufsstrecke mit unregelmässig tingirten, streckenweise blassen und dann wieder gefärbten Markscheiden.



Fig. 37. Periphere Nervenfaser aus dem Ischiadicus des Frosches, nach Osmiumsäurebehandlung. *a Ranvier*'sche Einschnürung, *b* Kern der *Schwann*schen Scheide. Man bemerkt ausserdem an der dunkelgefärbten Markscheide zahlreiche *Lantermann*'sche Einkerbungen. Vergr. 400.

Nur der äussere periphere Theil der Myelinscheide soll doppeltbrechend sein *(Bechterew, Diomidow)*; es würde sich also daraus der Schluss ergeben, dass die periphere Schichte des Markes ihrer Structur nach von der inneren, periaxialen Schicht wesentlich verschieden ist.

Manche Färbungsmethoden, so namentlich die Säurefuchsin- und die Hämatoxylinfärbung von *Weigert*, sowie manche Goldmethoden bezwecken eine Färbung der Markscheide, respective von Theilen derselben.

Nervenfasern, welche durch 24 Stunden, am besten in physiologischer Streckung, in einer schwachen Lösung von Ueberosmiumsäure (0·1 bis 0·2 Procent) gelegen waren und die man nach vorherigem Auswässern in Glycerin untersucht, zeigen immer deutlich, dass die Markscheide nicht ununterbrochen über den Axencylinder hinwegzieht, sondern in gleichmässigen Abständen (beim Frosche zwischen 1 und 2 Millimeter) Zwischenräume freilässt, gegen die sich das Mark von beiden Seiten her meist kolbig absetzt, während man in der Mitte den Axencylinder durchpassiren sieht (Fig. 37). Diese Stellen wurden von *Ranvier* zuerst beschrieben und führen nach ihm den Namen der *Ranvier*'schen Einschnürungen (Schnürringe, Etranglements annulaires). Dieselben sind, wenn auch meist weniger klar, nicht nur an frisch zerzupften Nervenfasern zu sehen, sondern auch an den lebenden Fasern in der Froschlunge *(Rawitz)*, wodurch ihre Präexistenz sichergestellt erscheint.

An Osmiumpräparaten bemerkt man ferner, dass das Mark aus weiteren kleinen Stückchen zusammengesetzt ist, die wie eine Anzahl

von Trichtern auf dem Axencylinder aufgesteckt sind. Dieses Bild war schon *Stilling* bekannt und wurde später ziemlich gleichzeitig von *Schmidt*, *Lantermann* und *Zawerthal* wieder beschrieben. Man bezeichnet diese Theile des Markes als Marksegmente, zwischen denen die Einkerbungen sich befinden. Diese „*Lantermann*'schen Einkerbungen" mögen vielleicht Kunstproducte sein, unter allen Verhältnissen beruht aber ihr regelmässiges Auftreten auf der präformirten Eigenschaft des Markes, derart zu zerklüften, daher sie jedenfalls unser Interesse beanspruchen. Sowohl die Einschnürungen, als die von ihnen wohl zu unterscheidenden Einkerbungen können zahlreiche Varietäten der Form darbieten.

Die **Schwann'sche Scheide** (Membrana limitans, äusseres Neurilemm) ist ein sehr dünner, zarter, dabei aber fester Schlauch, welcher dem Marke enge anliegt; sie ist daher unter gewöhnlichen Verhältnissen fast ebensowenig sichtbar wie die Axencylinderscheide. Die *Schwann*'sche Scheide wird aber schon bemerkbar, wenn man an isolirten frischen peripheren Nervenfasern das Mark durch leichten Druck auf das Deckglas an den Enden herausquellen macht.

Ein dünnes Nervenbündel wird möglichst frisch in Wasser abgespült und nun für 10 Minuten bis höchstens eine Stunde in eine wässerige Lösung von salpetersaurem Silber (3 : 1000) gebracht, hierauf nochmals in Wasser abgewaschen und in Glycerin, welches aber nur successive, langsam das Wasser verdrängen darf, eingeschlossen. *Ranvier* empfiehlt zu diesem Zwecke die Nervi thoracici des Kaninchens, der Ratte und der Maus. Dem eben getödteten Thiere macht man an der Bauchseite einen langen Medianschnitt. Wenn man dann den Hautlappen einer Seite sorgfältig vom Thorax abzieht, so erscheinen die Nervi thoracici, die von den Intercostalräumen zur äusseren Bedeckung ziehen, als feine, weisse Stränge. Man bespüle sie, nachdem sie genügend isolirt erscheinen, erst mit destillirtem Wasser, dann mit obiger Silberlösung, wonach sie rasch starr werden. Nun schneidet man sie heraus und lässt sie 5 bis 20 Minuten am Lichte in derselben Silberlösung, worauf sie tüchtig in destillirtem Wasser zu waschen sind. Wenn man nun das Präparat einige Zeit einem mässigen Lichte exponirt, so zeigen sich schon bei schwacher Vergrösserung an verschiedenen Stellen des Nervenstämmchens kleine schwarze Kreuze (Fig. 38), deren Bedeutung erst richtig erkannt werden kann, wenn man ein derart vorbereitetes Bündel mit Nadeln zerfasert und die isolirten Nervenfasern betrachtet. Man sieht nun, dass diese Kreuze (Fig. 39) aus einem Querbalken und einem Längsbalken bestehen; ersterer reicht von der *Schwann*schen Scheide bis an die Axencylinderscheide heran und entspricht einem mit Silber dunkel imprägnirtem Diaphragma, welches in der

Gegend der *Ranvier*'schen Einschnürung die beiden Enden der Markscheide voneinander trennt, daher Zwischenmarkscheide genannt werden darf, und durch seine centrale Oeffnung den Axencylinder durchpassiren lässt. Da dieses Diaphragma in seinen centralen, dem Axencylinder anliegenden Theilen dicker zu sein pflegt, wurde es von *Ranvier* biconische Anschwellung benannt. Häufig reisst dieses Diaphragma bei der Präparation an seiner Peripherie, als dem dünnsten Theile, und wird dann durch eine Verschiebung des Axencylinders innerhalb der Markscheide von der Stelle des Schnürringes mehr oder minder weit entfernt. Als Zwischenmarkscheide bezeichnen Andere *(Kuhnt)* äusserst zarte membranöse Trichter, welche, den *Lantermann*-schen Segmenten entsprechend, zwischen *Schwann*'scher und Axencylinderscheide ausgespannt sein sollen. Der Längsbalken des Kreuzes



Fig. 38 Ein kurzes Stück eines peripheren Nervenstämmchens nach Silberbehandlung mit zahlreichen *Ranvier*'schen Kreuzchen. Vergr. 30.



Fig. 39. Eine isolirte markhaltige Nervenfaser nach Silberbehandlung. *a Ranvier*-sche Einschnürung. Vergr. 200.

entsteht dadurch, dass die Axencylinderscheide sich ober- und unterhalb dieses Diaphragmas in der bereits geschilderten Weise eine Strecke weit derart mit Silber imprägnirt, dass die Querstreifen um so undeutlicher werden, je weiter man sich von der Zwischenmarkscheide entfernt. Diese Zwischenmarkscheide, welche an Osmiumpräparaten ungefärbt bleibt, stellt also eine Verbindung der *Schwann*-schen Scheide mit der Axencylinderscheide dar.

Zwischen je zwei *Ranvier*'schen Einschnürungen besitzt die *Schwann*'sche Scheide einen längsovalen Kern, der meist an beiden Enden noch ein wenig körniges Protoplasma zeigt und in eine entsprechende Vertiefung der Markscheide eingebettet ist. (Nur bei Fischen finden sich auch mehrere Kerne in einem Internodium.) Am deutlichsten treten die Kerne der *Schwann*'schen Scheide entweder nach Färbung mit Karmin oder Anilinfarben hervor, oder auch an Ueberosmiumpräparaten (Fig. 37); an letzteren sind sie leicht grünlichgrau gefärbt.

Jede Faser eines peripheren Nerven scheint schliesslich noch von einem lose anliegenden zarten Mantel umgeben zu sein, der **Adventitialscheide** (*Henle*'sche Scheide, Perineural- oder Fibrillenscheide). Diese besteht aus einem sehr dünnen Häutchen, in welchem sich anscheinend zarte, der Länge nach verlaufende Fibrillen (wohl nur Fältchen) erkennen lassen. Kerne, die dieser Scheide anliegen und die z. B. nach Färbung mit Fuchsin deutlich hervortreten, sollen endothelialen Zellen angehören, die die Adventitialscheide bekleiden. Zwischen *Schwann*'scher und Adventitialscheide ist ein Lymphspaltraum; doch dürfte die letztgenannte meist nicht allseitig völlig geschlossen sein.

Von den zahlreichen abweichenden Anschauungen über den Bau der markhaltigen Nervenfasern sei noch die Angabe von *Ewald* und *Kühne* erwähnt, welche auf Grundlage ihrer Verdauungsversuche mit Pepsin und Trypsin annahmen, dass die ganze Markscheide von einem dichten Netzwerke hornartiger Substanz (Neurokeratin) durchzogen sei (Horngerüste), in ähnlicher Weise, wie schon *Stilling* die Nervenfasern abgebildet hatte; doch scheint dieses Horngerüste in der lebenden Faser nicht zu existiren. Um innerhalb der Markscheide ein dem Neurokeratin entsprechendes Netz zur Anschauung zu bringen, empfiehlt sich die von *Platner* angegebene Methode: Dünne frische Nervenstämmchen kommen für mehrere Tage in ein Gemisch von 1 Theil Liquor ferri sesquichl. und 4 Theilen Wasser. Gründliches Auswaschen und Uebertragen in eine concentrirte Lösung von Dinitroresorcin (echtgrün) in 75procentigem Alkohol. Nach mehreren Tagen sind die Stücke dunkelgrün durchgefärbt und können nun behufs Anfertigung dünner Schnitte eingebettet werden.

Eigenthümliche spiralig gewundene Fasern wollen *Rezzonico*, *Golgi*, *Cattani* u. A. in den *Lantermann*'schen Einkerbungen gesehen haben, also den *Kuhnt*'schen Trichtern (s. o.) entsprechend.

Nervenfasern, welche alle die oben geschilderten Bestandtheile besitzen, findet man ausschliesslich in den peripheren Nerven.

Axencylinder — die, wie erwähnt, unbedingt zum Begriffe einer nervösen Faser gehören — ohne jede weitere Hülle werden in der grauen Substanz des Centralnervensystems, sowie in den peripheren Endorganen angetroffen; meist sind sie sehr fein und können auch aus einer einzigen Primitivfibrille bestehen (Fig. 42).

Axencylinder mit einer äusserst dünnen Hülle, die der *Schwann*'schen oder vielleicht der *Henle*'schen Scheide gleichzustellen wäre, aber ohne Markscheide, finden sich in grosser Menge im sympathischen Grenzstrang; in diesem, sowie in den sympathischen Geflechten finden sich neben nicht wenigen markhaltigen Nerven-

fasern (deren Markscheide häufig ungemein zart ist) hauptsächlich derartige marklose Fasern, welche ziemlich zahlreiche längsovale Kerne an ihrer Peripherie zeigen; letztere gehören der *Schwann*'schen Scheide an, die dem Axencylinder so fest anliegt, dass sie als Membran kaum erkannt werden kann. Charakteristisch für diese marklosen (grauen oder *Remak*'schen) Fasern ist auch der Umstand, dass sie sich vielfach theilen und untereinander netzförmig verbinden. Vielleicht ist aber die Maschenbildung nur auf den Umstand zurückzuführen, dass die *Remak*'schen Fasern sich schwer isoliren lassen. Nach *Boveri* sollen sie übrigens auch eine der Markscheide analoge zarte Scheide (die sich von ersterer aber durch den Mangel von Myelin chemisch unterscheidet) besitzen. *Remak*'sche Fasern finden sich ausserdem mehr oder minder zahlreich auch in allen peripheren



Fig. 40. Remak'sche Fasern aus dem Sympathicus des Kaninchens. Karminfärbung. Vergr. 200.



Fig. 41. Centrale markhaltige Nervenfasern aus dem Gehirne, ohne *Schwann*'sche Scheide. Vergr. 200.



Fig. 42. Varicöse feinste Axencylinder aus dem Bulbus olfactorius vom Hunde. Vergr. 400

Hirnnerven, am zahlreichsten im Nervus vagus. Auch in den peripheren cerebrospinalen Nerven findet man vereinzelte graue Fasern. — Man sucht sich den Halsstrang des Sympathicus bei einem lebenden oder eben getödteten Thiere, lässt denselben durch 24 Stunden in einer schwachen Lösung (1 : 200) von doppeltchromsaurem Kali, färbt mit Karmin und zerfasert (Fig. 40). Ein sehr gutes Object sind die *Remak*'schen Fasern im Nervus vagus des Hundes, den man 24 Stunden in einer $^1/_2$procentigen Osmiumlösung gehalten hat.

Die Fasern des Nervus olfactorius bestehen ausschliesslich aus solchen nackten Axencylindern mit zarter Scheide. Der Tractus olfactorius mancher Fische (Hecht) eignet sich besonders zum Studium des feineren Baues der marklosen Fasern. Nachdem man die Schädelhöhle weit nach vorne hin eröffnet hat, sieht man vor den früher fälschlich als Grosshirnhemisphären angesehenen Basalganglien zwei kleinere Anschwellungen (Lobi olfactorii), von denen die beiden Nervi olfactorii als enge aneinanderliegende,

graue Fäden nach vorne ziehen *(Kühne* und *Steiner)*. Auch die peripheren Enden aller motorischen und sensiblen Fasern verlieren erst ihr Mark, und schliesslich auch die *Schwann*'sche Scheide.

Endlich gibt es markhaltige Nervenfasern, denen aber die äussere Umhüllung durch die *Schwann*'sche Scheide fehlt; alle markhaltigen Fasern des Centralnervensystems gehören hierher. Man gelangt am besten zu ihrer Ansicht, wenn man ein kleines Stückchen weisser Substanz des Gehirns oder Rückenmarkes durch 24 Stunden in Ueberosmiumsäure (1 : 1000) legt und dann zerfasert. Da an derartigen Fasern das Mark nicht durch eine schützende Hülle zusammengehalten wird, so besitzt es nach ihrer Isolirung keine gleichmässige Begrenzung, sondern buchtet sich verschiedenartig aus („varicöse Nervenfasern") und bricht auch leicht derart vom Axencylinder ab, dass dieser durch längere Strecken hindurch frei wird (Fig. 41). Die Markfasern des Rückenmarkes sollen ebenfalls *Ranvier*'sche Einschnürungen zeigen *(Porter)*.

Die feinen marklosen und die feinsten markhaltigen, aber der *Schwann*'schen Scheide entbehrenden Nervenfasern (auch an der Peripherie) zeigen den Axencylinder mit zahlreichen kleinen Anschwellungen besetzt (varicöser Axencylinder); es dürfte dies darauf zurückzuführen sein, dass die feinsten Axencylinder nicht mehr von einer Axencylinderscheide eingeschlossen sind (Fig. 42).

Ein histologischer Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Nervenfasern ist bisher noch nicht aufgefunden worden. Es ist auch nicht richtig, dass, wie man früher meinte, die motorischen Fasern durchwegs ein grösseres Caliber haben als die sensiblen; *Schwalbe* wollte nachgewiesen haben, dass im Allgemeinen jene Fasern die dicksten sind, welche den längsten Verlauf haben. — Soweit es sich um Säugethiere handelt, besitzen grosse Thiere in der Regel dickere Nervenfasern, was mit obiger Annahme im Einklange stehen würde.

Doch besitzt dieses Gesetz mindestens keine allgemeine Giltigkeit. Vielleicht ist die abnorme Feinheit gewisser Nervenfasern im einzelnen Falle ein Hemmungseffect, der auch als anatomische Grundlage einer neuropathischen Disposition aufgefasst werden darf *(Pick)*.

Die markhaltigen Fasern des Gehirns unterscheiden sich von denen des Rückenmarkes auch durch ihre besondere Feinheit.

Im Rückenmarke vieler Fische findet sich im Vorderstrange jederseits eine einzige auffallend grosse Nervenfaser von nahezu 0·1 Millimeter Durchmesser, *Mauthner's* kolossale Faser. Auch die für das elektrische Organ des Malapterurus electricus bestimmte Faser im Rückenmarke dieses Fisches (ebenfalls jederseits nur eine einzige) zeichnet sich durch besondere Grösse aus. — Bei allen Wirbel-

losen, sowie bei den Cyclostomen und Lophiobranchieren finden sich keine markhaltigen Nervenfasern. Doch hat *Rawitz* bei den Acephalen eine dem Marke an die Seite zu stellende Substanz im Nervensystem gefunden. In den Nervenfasern der Muscheln fand *H. Schultze* zwischen den Primitivfibrillen Tröpfchen und Körnchen einer myelinähnlichen Substanz, die sich mit Osmium schwarz färbte. Ebenso sind die Nervenfasern bei Embryonen der früheren Stadien durchwegs marklos, und dem Umstande, dass sie erst nach und nach, theilweise erst nach der Geburt, ihre Markumhüllung erhalten, verdanken wir, wie schon früher erwähnt wurde, einer der wichtigsten Untersuchungsmethoden.



Fig. 43. Periphere Nervenfaser vom neugeborenen Hunde mit partieller Markanlagerung. *a* Kern der *Schwann*'schen Scheide. Vergr. 200.

Die peripheren Nervenfasern des neugeborenen Hundes beispielsweise sind zwar schon markhaltig, doch ist das Mark stellenweise noch derart ungleichmässig abgelagert, dass die Faser dadurch einer varicösen Nervenfaser sehr ähnlich wird (Fig. 43). Vielleicht haben wir in dieser rosenkranzartigen Anlagerung der Markumhüllung die Ursache der *Lantermann*'schen Einkerbungen zu suchen.

Die markhaltige Nervenfaser hat eine wechselnde, verschiedenartige histologische Auffassung erlitten. Eine von diesen Anschauungen, welche durch *Boveri* präcisirt und ausgeführt wurde, sagt aus, dass die periphere markhaltige Nervenfaser zusammengesetzt sei aus einer Succession röhrenförmiger Zellen, durch welche ein continuirliches, ununterbrochenes Fibrillenbündel, der Axencylinder, durchgesteckt ist. Jedes Internodium zwischen zwei *Ranvier*'schen Einschnürungen entspricht einer solchen Zelle mit einem Kerne; die *Schwann*'sche Scheide schlägt sich an der Einschnürungsstelle nach innen zur Axencylinderscheide hin um, die also dem Axencylinder selbst gar nicht angehört und daher auch besser inneres Neurilemm zu nennen wäre. Eine Continuität der *Schwann*'schen Scheide über die *Ranvier*'sche Einschnürung hinüber würde darnach nicht bestehen und so die Selbstständigkeit der einzelnen Zelle gewahrt bleiben. Doch scheint *Jacobi* Recht zu haben, welcher in einer eingehenden Untersuchung aus der jüngsten Zeit daran festhält, dass die *Schwann*'sche Scheide an den Schnürringen keine Unterbrechung erleidet. Man kann entweder jedes Internodium mit sämmtlichen Bestandtheilen der Nervenfaser als eine „Nervenzelle" (nicht zu verwechseln mit Ganglienzelle) auffassen oder aber sich mit *Vignal* vorstellen, dass die Fibrillenbündel des embryonalen Axencylinders

von äusserst weichen, amöboiden Zellen umfangen und eingescheidet werden, etwa in der Art, wie die Amöbe einen Fremdkörper rings umfliesst und in sich aufnimmt. Die morphologische Bedeutung der Schnürringe wäre demnach dahin zu fixiren, dass sie den Ausdruck der Contactflächen zweier benachbarter Zellen darstellen — einen intercellulären Spaltraum *(Boveri)*. Letztere Anschauung findet auch in den entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von *His* ihre Unterstützung, aus welcher sich ergibt, dass jede Nervenfaser (d. h. ihr Axencylinder) aus einer einzigen Nervenzelle herauswachse; diese Zelle ist dann das genetische, nutritive und functionelle Centrum der Faser.

Krankhafte Veränderungen der Nervenfasern.

Es sind bisher nur wenige pathologische Alterationen an den Nervenfasern bekannt geworden; gewiss fehlen die Hilfsmittel, solche immer zu erkennen.

Auch ist es sehr nothwendig, sich über die cadaverösen Veränderungen vollkommen klar zu sein, die an der gesunden Faser aufzutreten pflegen, ganz abgesehen von jenen bereits (pag. 141) erwähnten Gerinnungsvorgängen im Marke, welche gleich nach dem Absterben des Nerven beobachtet werden. Nach 24 Stunden ist das Myelin von den *Ranvier*'schen Schnürringen entfernt und nicht mehr homogen; nach 48 Stunden ist es in einigen Fasern durch eine feinkörnige, helle Masse ersetzt, in den meisten aber in runde Klumpen zerfallen *(Köster)*.

Die wichtigste und am eingehendsten studirte Form der **Degeneration markhaltiger Fasern** ist jener Zerfall, den eine vom Centrum getrennte periphere Nervenfaser aufweist, vgl. pag. 34. Einschlägige Versuche wurden zuerst von *A. Waller* ausgeführt, daher „Degénération wallérienne". Wenn man einen beliebigen Nerven eines Säugethieres (auch dazu eignet sich der Nervus ischiadicus ganz besonders gut) durchschneidet und das periphere Stück nach Ablauf von 2 bis 14 Tagen (bei Kaltblütern gehen diese Veränderungen langsamer vor sich) untersucht, so findet man, besonders deutlich nach Osmiumsäurebehandlung, folgende Veränderungen: Die Markscheide wird trübe, schwillt oft bedeutend an und zerfällt dann in unregelmässige Stücke, welche aber den *Lantermann*'schen Einkerbungen nicht zu entsprechen scheinen; späterhin zeigen sich nur mehr vereinzelte geschwärzte Tropfen und daneben zahlreiche ungefärbte Körnchen; die *Schwann*'sche Scheide wird davon nur streckenweise

vollständig ausgefüllt, an anderen Stellen sinkt sie ein. Das Protoplasma um ihre Kerne erscheint vermehrt. Der Axencylinder wird brüchig, zerfällt in eine Succession verschieden grosser, häufig geschlängelter Stücke und verschwindet endlich gänzlich (Fig. 44). Im letzten Stadium erscheint die *Schwann*'sche Scheide nahezu als einziger Rest der Nervenfaser, sie gleicht einem dünnen, fibrillären Bindegewebsstrange; nur einzelne Gruppen kleiner Körnchen und wenige Myelintropfen in ihrem Inneren erinnern daran, dass wir es mit einem Schlauche zu thun haben. Dabei kommt es anfänglich durch Karyomitose *(Tangl)* zur Vermehrung, späterhin aber zum Schwinden der Kerne.

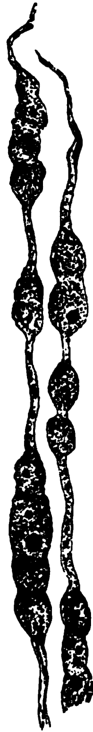


Fig. 44. Zwei degenerirende Nervenfasern aus den vorderen Rückenmarkswurzeln eines erweichten Rückenmarkes. Vergr. 200.

In der ersten Zeit nach der Durchschneidung der Nerven ist die Entartung sowohl im peripheren, wie im centralen Stumpfe meist nur bis zum nächsten *Ranvier*'schen Schnürringe vorgedrungen und scheint hier gleichsam aufgehalten zu werden *(Engelmann)*. Während aber am centralen Stumpfe Monate hindurch — trotz der functionellen Unthätigkeit — ein Weiterschreiten der Degeneration anscheinend nicht beobachtet werden kann, geht der periphere Theil des Nerven schon bald in seinem ganzen Verlaufe die oben beschriebene Veränderung ein.

Genauere Beobachtungen ergeben aber, dass auch im centralen Stumpfe manche (beim Menschen viele, bei den meisten Thieren nur wenige) Nervenfasern ganz in der gleichen Weise degeneriren, sowie dass andererseits eine entsprechende Anzahl von Fasern im peripheren Stumpfe intact bleibt *(F. Krause)*. Es sind dies offenbar solche sensible Fasern, die ihr trophisches Centrum an der Peripherie besitzen.

Es muss jedenfalls als höchst wünschenswerth betrachtet werden, eine Methode zu besitzen, welche die degenerirenden Fasern auch an Schnittpräparaten deutlich hervorzuheben vermag. Dies erreichen wir durch die Chrom-Osmiummethode von *Marchi* (pag. 38). Die degenerirenden Fasern machen sich dabei durch das Auftreten grösserer und kleinerer schwarzer Tröpfchen, welche an Längsschnitten zu Längsreihen angeordnet erscheinen, bemerkbar. Es darf nun nicht übersehen werden, dass sich gelegentlich auch in normalen Nervenfasern solche

schwarze Tröpfchen finden; sie bleiben hier aber immer ganz vereinzelt.

Degenerationsprocesse an marklosen Nervenfasern sind bisher nur wenig bekannt, z. B. an den feinen Fasern der Cornea. An den *Remak*'schen Fasern der peripheren Nerven hat *Ranvier* Vergrösserung der Kerne und Auftreten von eigenthümlichen, schwach lichtbrechenden Körnchen, sowie von Fettkörnchen constatirt.

Der Vorgang in den **centralen Nervenfasern**, welche von ihrem trophischen Centrum getrennt wurden und den man als secundäre Degeneration bezeichnet, scheint in manchen wesentlichen, aber gegenwärtig noch nicht hinreichend zu präcisirenden Punkten von dem Processe in den peripheren Nerven abzuweichen. Bei den centralen secundären Degenerationen findet sich die erste Veränderung an den Axencylindern; man findet keine Nervenfaser, an welcher nur die Markscheide alterirt wäre, hingegen sieht man häufig, dass der Axencylinder sich von der Markscheide nicht deutlich abhebt, dass er solche Farbstoffe, gegen welche er im gesunden Zustande sehr empfindlich ist, nicht aufnimmt.

Während in den ersten 2 bis 3 Wochen die pathologische Veränderung des Centralorganes fast ausschliesslich auf die Nervenfasern beschränkt bleibt, eine rein passive degenerative Atrophie darstellt, macht sich im Zwischengewebe ein nach und nach immer mehr zunehmender activer Process bemerkbar: Körnchenzellen, Kernvermehrung, Verdichtung des Zwischengewebes. Die durch den Process nicht tangirten Nervenfasern stehen dann am Querschnitte durch den betreffenden Hirn- oder Rückenmarkstheil mehr isolirt, voneinander getrennt. Jedenfalls gesellt sich also im weiteren Verlaufe der secundären Degeneration ein irritativer Process im Zwischengewebe hinzu, welcher zu einer Verdichtung und nachfolgenden Schrumpfung der ganzen Partie führt *(Homèn)*. Es kann aber nicht angegeben werden, ob dieser interstitielle Process hervorgerufen wird durch einen von den Zerfallsproducten der Nervenfasern ausgeübten Reiz, durch veränderte Nutritionsverhältnisse oder durch die Raumverschiebung in Folge des Wegfalles der untergegangenen Nervenfasern.

Uebrigens scheint der histologische Vorgang der secundären Degeneration im Gehirnmarke, entsprechend dem verschiedenen Verhalten des interstitiellen Gewebes, ein anderer zu sein als im Rückenmarke.

Späterhin (nach 2 bis 3 Monaten) kann man an den durchschnittenen peripheren Nerven den Process der **Regeneration** der Nervenfasern verfolgen. Im Grossen und Ganzen handelt es sich darum, dass die Axencylinder des centralen Stumpfes die Grund-

lage für die neuzuschaffenden Nervenfasern bilden, indem sie durch die Narbe hindurch in den peripheren Stumpf hineinwachsen und hier, zum grossen Theil innerhalb der alten *Schwann*'schen Scheiden, oft mehrere in einer Scheide, gegen die Peripherie sich fortsetzen. Diese neugebildeten Nervenfasern sind anfänglich bedeutend feiner als die alten und die Abstände zwischen je zwei Einschnürungen weitaus kürzer. Es ist aber keineswegs ausgeschlossen, dass sich die Elemente des peripheren Stumpfes nicht auch activ an dem Neuaufbau der Nerven betheiligen. Dieser Ansicht ist namentlich *v. Frankl*, welcher die Degeneration der Nervenfasern für ein Zurückgehen auf den embryonalen Zustand erklärt; der periphere, degenerirte Stumpf bestände demnach aus embryonalen Fasern, welche sich in der Periode der Regeneration zu vollständigen Markfasern ausbilden können. Ein directes Zusammenwachsen eines durchschnittenen Nerven prima intentione ist auszuschliessen *(Krause)*.

Die Regeneration markloser Fasern wurde an der Cornea untersucht *(Fr. Schultz)*. Regeneration centraler Nervenfasern mit Wiederherstellung ihrer Function kommt wenigstens bei höheren Thieren niemals zu Stande. Die beiden Stümpfe eines peripheren Nerven wachsen wieder zusammen, eine durchtrennte centrale Nervenfaser ist für immer ausser Action gesetzt. Jede Verletzung des Centralnervensystems heilt demnach durch ein nur aus bindegewebigen Elementen bestehendes Narbengewebe.

S. Mayer hat nachgewiesen, dass in normalen peripheren Nerven ein fortwährender Wechsel der Nervenfasern stattfindet; daher kann man immer Fasern im Stadium der Degeneration, andere in dem der Regeneration antreffen. Besonders deutlich ist dies bei der Wanderratte (Mus decumanus) der Fall. Das Gleiche gilt aber auch für die peripheren Nerven des Menschen. In den Hautnerven des Menschen fand *Kopp* bis 18 Procent degenerirender Nervenfasern, nur im ersten Lebenshalbjahre fehlen sie gänzlich; mit dem höheren Alter und einem schlechten Ernährungszustand des Individuums nimmt die Anzahl der degenerirenden Nervenfasern und namentlich der leeren Scheiden zu *(Köster)*. Hingegen findet *Teuscher*, dass hochgradige Kachexie keineswegs mit entsprechendem Zerfall zahlreicher Nervenfasern verbunden sei; er gibt aber der Anschauung Raum, dass vielleicht harte Arbeit, forcirte Leistung eines Nerven solche Degenerationen begünstigen können.

Mit dem früher beschriebenen Zerfalle der Nervenfaser, welcher seinen Grund jedenfalls in der Aufhebung des trophischen Einflusses bestimmter Centren auf den Nerven hat, wurde häufig die **neuritische Degeneration** zusammengeworfen; beide Vorgänge hielt man für iden-

tisch, während sie in Wirklichkeit anatomisch verschieden zu sein scheinen; allerdings kann nicht sicher angegeben werden, inwieweit in dem zweiten Falle auch eine centrale Erkrankung in Betracht kommt.

Eine besondere Erkrankungsform peripherer Nerven trifft man in manchen Infectionskrankheiten, vorzüglich Diphtheritis *(C. Meyer)* und bei gewissen Intoxicationslähmungen, z. B. der Bleilähmung *(Gombault)*. Hier ist die Nervenfaser wenigstens anfänglich nicht in ihrer Totalität erkrankt, sondern nur im Bereiche einzelner Segmente, mit welchem ganz normale Segmente abwechseln; ferner betrifft die Erkrankung nur die *Schwann*'sche und die Markscheide, während der Axencylinder intact zu bleiben scheint, und endlich sind die Zerfallsproducte des Markes nicht wie dort grössere Myelintropfen, sondern Häufchen von feinen Fettkörnchen. Aehnlich — mit Ausnahme der segmentären Localisation — soll nach *Gombault* auch die Degeneration der peripheren Nerven bei der alkoholischen Lähmung sein.

Eichhorst fand hierbei in den musculären Nervenästen eine stellenweise sehr bedeutende Vermehrung des peri- und endoneuralen Bindegewebes.

Es kann hier auch auf die pathologisch-anatomischen Veränderungen hingewiesen werden, welche die centralen Nervenfasern bei der disseminirten Sklerose eingehen, die übrigens noch keineswegs vollständig erkannt sind. Der Axencylinder kann dabei, trotz des Verschwindens der Markscheiden, sehr lange erhalten bleiben.

Auch eine einfache Atrophie der Nervenfasern kommt zur Beobachtung, wobei dieselben, namentlich ihre Myelinscheiden, schmäler werden, und letztere schliesslich ganz verschwinden *(Köster)*.

Eine andere Form der Nervendegeneration charakterisirt sich durch partielle **Quellung des Axencylinders** (Schwellung, Hypertrophie des Axencylinders). Dieselbe findet sich fast nur an centralen Nervenfasern, namentlich des Rückenmarkes, und zwar meist als Zeichen eines Reizzustandes, z. B. in myelitischen oder encephalitischen Herden, häufig auch bei Neuroretinitis an den Opticusfasern der Retina, die ja auch centralen Fasern gleichzustellen sind (perlschnurartige Anschwellung). Aber auch ohne directe Entzündungsvorgänge, lediglich durch Imbibition mit Lymphe *(Rumpf)*, können die Axencylinder derart aufquellen. In geringeren Graden der Erkrankung zeigt der Axencylinder eine Succession leichter Anschwellungen: varicöse Axencylinder (Fig. 45); in vorgeschritteneren Stadien kann er streckenweise bis zum Sechsfachen seines normalen Durchmessers anschwellen, dabei zeigt sich meist auch schon beginnende quere Zerklüftung.

Diese Schwellung tritt schon bald nach Beginn des Reizes ein; so fand sie *Charcot* beim Menschen schon 12 Stunden nach einer Schussverletzung des Rückenmarkes. Auch in den Herden der disseminirten Sklerose zeigen die Axencylinder häufig merkliche Anschwellungen *(K. Hess)*. Oft finden sich in den verbreiterten Stellen feine Fettkörnchen, gewöhnlich in Längsreihen; durch ihre Anwesenheit wird der degenerative Charakter dieses Vorganges unzweifelhaft festgestellt. Im entzündlich veränderten Marke können sich einzelne Anschwellungen der Axencylinder so sehr mit Fettkörnchen füllen, dass sie das Bild der Fettkörnchenzellen darbieten *(Unger)*. Auch zur Kernbildung und Kerntheilung soll es in solchen Anschwellungen des Axencylinders kommen *(Hamilton, Unger)*.



Fig. 45. Verschiedene Formen von gequollenen, varicösen Axencylindern aus erweichten Stellen des Rückenmarkes. Vergr. 200.

Uebrigens kann auch die Markscheide namentlich im Rückenmark bedeutend anschwellen *(Leyden)*, doch ist gerade hier eine Verwechslung mit Fasern, welche erst in Folge postmortaler Läsion alterirt wurden, leicht möglich.

In der Nähe eines hämorrhagischen Herdes im Rückenmarke fand *Leyden* die Axencylinder durch imbibirten Blutfarbstoff bräunlich gefärbt.

Verkalkte Nervenfasern, die nicht als Fortsätze verkalkter Ganglienzellen aufzufassen wären, sind selten. *Förster* zeichnet verkalkte Nervenfasern aus der Lendenanschwellung des Rückenmarkes.

Als **hyaline (wachsartige)** Degeneration beschreiben *H. Schuster* und *Redlich* eine Veränderung in der Nervenfaser, wobei dieselbe plump und unregelmässig aufquillt; in derselben finden sich zahlreiche, vollkommen homogene, durchsichtige Ballen von starkem Lichtbrechungsvermögen in verschiedener Grösse. In den Zwischenräumen dieser hyalinen Ballen findet man Reste des zugrunde gehenden Nervenmarkes; die Axencylinder sind erhalten. — Diese hyalinen Schollen nehmen zwar die meisten Farbstoffe auf, geben sie aber sehr rasch wieder ab.

Durch Anwendung verschiedenartiger Reactionen hat man gehofft, anderweitige krankhafte Veränderungen an der Nervenfaser aufzudecken (z. B. mittelst Safranin, *Adamkiewicz*).

Schultze M., Allgemeines über die Structur der Nervenelemente. Stricker's Handbuch 1871. *Axel Key* u. *Retzius*, Studien in der Anatomie des Nervensystems. Arch. f mikrosk. Anatomie 1873. *Ranvier*, Leçons sur l'histologie du système nerveux. Paris 1878. 2 Bände. *Meyer Sigm.*, Ueber Vorgänge der Degeneration und Regeneration im unversehrten peripheren Nervensystem. Zeitschr. f. Heilkunde II. 1881. *Fleischl E.*, Ueber die Beschaffenheit des Axencylinders. Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Ludwig's Festschr. Leipzig 1875. *Freud S.*, Ueber den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flusskrebs. Sitzungsber. d. Wr. Akad. d. Wissensch. LXXXV. Bd. 1882. *Kupffer*, Ueber den Axencylinder. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu München 1883. *Jacobi E.*, Zum feineren Bau der peripheren markhaltigen Nervenfaser. Verh der physik. medic. Gesellschaft zu Würzburg 1886. *Boveri*, Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch. 1885. *Apáthy*, Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformirt werden? Biolog. Centralblatt IX. 1889. *Joseph M.*, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1888. *Heitzmann*, The journ. of nerv. and. ment. diseases 1890. *Leydig*, Untersuchung zur Anatomie und Histologie d. Thiere. Bonn 1883. *Nansen*, Bergen's Museums Aarsberetning 1886 und Anatom. Anz. 1888. *Retzius*, Der Bau des Axencylinders. Biolog. föreningens förhandl. 1889. *Fromman*, Ueber die Färbung der Binde- und Nervensubstanz durch Argentum nitricum. Virchow's Archiv. XXXI Bd. *Arndt*, Etwas über die Axencylinder. Virchow's Arch. 78. *Boll*, Ueber Zersetzungsbilder der markhaltigen Nervenfaser. Archiv f. Anatomie und Physiologie 1877. *Diomidow*, Naturf. Ges. zu Kasan 1890. *Ambronn*, Das opt. Verhalten d. Nervenfasern. Leipz. Sitzber. 1890. *Ebner v.*, Unters. Leipzig 1882. *Ranvier*, Recherches sur l'histologie des Nerfs. Archiv de physiol. 1871—72. *Rawitz*, Die *Ranvier*'schen Einschnürungen. Archiv für Anatomie und Physiologie 1879. *Porter*, Quart. Journ. of mikr. Sc. 1890. *Schmidt H. D.*, On the construction of the dark or double-bordered nerve fibre. Monthl. mikr. journ. 1874. *Lantermann*, Bemerkungen über den feineren Bau der markhaltigen Nervenfasern. Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1874. *Zawerthal*, Contribuz. allo studio anatomico della fibra nervosa. Rend. d. R. Acad. d. Scienz. fis. e medic. 1874. *Gad* und *Heymans*, Ueber das Myelin. Archiv f. Physiologie 1890. *Kuhnt*, Die markhaltige periphere Nervenfaser. Dissertation. Würzburg 1876. *Ewald* und *Kühne*, Ueber einen neuen Bestandtheil des Nervensystems. Verhandl d. nat. medic. Ver. Heidelberg. I Bd. *Stilling B.*, Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und Nervenzelle. 1856. *Platner*, Eine neue Methode zur Darstellung des Neurokeratingerüstes. Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. VI. Bd. 1889. *Golgi*, Sulla struttura delle fibre nervose midollate. Arch. p. l. scienze mediche 1880. *Rezzonico*, Sugli apparati spirali delle fibre nervose midollate centrali. Att. d. IV. Congr. fren. Ital. 1883. *Schwalbe*, Ueber die Caliberverhältnisse der Nervenfasern. Leipzig 1882. *Kühne* und *Steiner*, Unters. d. phys. Instit. Heidelberg III. Bd. *Vignal*, Recherches sur le développement des éléments des couches cortic. du cerveau. Arch. de Physiologie 1888. *His W.*, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes u. der Nervenwurzeln. Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wissensch. XIII. 1886. *Köster*, Om Nervdegeneratio och N. atrophie. Norsk. Archiv 1889. *Waller*, Sur la reproduction des nerfs. Müller's Archiv 1852. *Engelmann*, Ueber Degeneration von Nervenfasern. Pflüger's Archiv. XIII. 1876. *Krause, F.*, Ueber auf- und absteigende Nervendegeneration. Archiv f. Anat. und Phys. 1887. *Homèn*, Contribution expérimentale à la pathologie et à l'anatomie pathologique de la moëlle épinière. Helsingfors 1885. *Homèn*, Ueber secundäre Degeneration im verlängerten Mark und Rückenmark. Virchow's Archiv LXXXVIII Bd. *Frankl L v.*, Ueber De- und Regeneration von Nervenfasern. Wr. medic. Jahrb. 1887. *Schulz Fr*, Ueber Degeneration und Regeneration der Cornealnerven. Diss. Dorpat 1881. *Hamilton*, On Myelitis. Quart. journ. of mikrosk. sc. 1875. *Unger L.*, Histologische Untersuchung der traumatischen Hirnentzündung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1880. *Kopp C.*, Die Trophoneurosen

der Haut. *Teuscher P.*, Ueber Degeneration am norm. Nerven. Archiv f. mikrosk. Anatomie XXXVI Bd., *Gombault*, Contribution à l'étude anatom. de la névrite parenchymateuse. Arch. d. Neurologie. I. Bd. *Schuster H.*, Hyaline Degeneration der Fasern des Nervus medianus. Zeitschr. f. Heilk. VII. 1886. *Babinski*, Anatomie pathologique des névrites périphériques. Gaz. hebdomadaire 1890.

2. Nervenzellen.

Der histologische Begriff einer Nervenzelle (Ganglienzelle, Ganglienkörper, Ganglienkugel, Belegungskörper) ist nicht leicht festzustellen. Die Anschauungen über die anatomische und physiologische Bedeutung der Nervenzellen gehen noch viel weiter auseinander als dies bezüglich der Nervenfasern der Fall ist, die man ja schliesslich doch immer in erster Linie als Conductoren des Erregungszustandes ansieht. Anders verhält es sich mit der Nervenzelle, deren physiologischer Werth und feinere Structur noch gegenwärtig so mannigfach gedeutet werden, dass eine Einigung und damit eine klare Einsicht in diese Verhältnisse für die nächste Zeit nicht erwartet werden darf.

In den folgenden Darstellungen werden wir nunmehr von den älteren Anschauungen ausgehen, da dieselben bisher keineswegs als widerlegt angesehen werden können, und am wenigsten das Gepräge subjectiver Auffassung an sich tragen.

Wir können uns vorstellen, dass sich in ein Bündel von nervösen Primitivfibrillen (und zwar meist inmitten ihres Verlaufes, vielleicht aber auch mitunter an ihrem Ende) ein Zellkern mit seinem Protoplasma einschiebt und dass die Fibrillen an dieser durch das Auftreten des Kernes gekennzeichneten Stelle eine gewisse Umlagerung erleiden. Damit wäre theoretisch der einfachste, allgemeine Typus der Nervenzelle gegeben; doch ist es praktisch unmöglich, das Vorhandensein dieser Bedingungen zu statuiren; ebenso gelingt es nur äusserst selten, ein anderes Merkmal, welches die nervöse Natur einer Zelle unbedingt erweist, unter dem Mikroskope unzweifelhaft aufzufinden, nämlich den directen Uebergang eines Fortsatzes der fraglichen Zelle in eine markhaltige Nervenfaser.

Wir müssen daher nach solchen Nebenumständen suchen, welche es uns ermöglichen, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle zu entscheiden, ob wir es mit einer Nervenzelle zu thun haben oder nicht. (Vgl. Fig. 46—51.)

Die Grundform der Nervenzelle ist die Kugelform, aus welcher dann durch Verlängerung einer Achse die Spindelform entsteht. Niemals aber ist der Durchmesser einer Nervenzelle in einer Richtung im Vergleiche zu den anderen Dimensionen sehr stark

verkürzt (wie z. B. bei Plattenepithelien) oder verlängert (wie bei Muskelzellen).

Dadurch, dass von jeder Ganglienzelle mindestens ein Fortsatz, meist aber deren mehrere abgehen, und zwar in der Weise, dass der



Fig. 46. Eine Vorderhornzelle aus dem Rückenmarke des Hechtes. Vergr. 150.



Fig. 47. Eine Vorderhornzelle des Hundes mit deutlichen Fibrillen. Methylenblaufärbung. Vergr. 150.



Fig. 48. Eine Vorderhornzelle aus dem Rückenmarke des Menschen. *a* Axencylinderfortsatz, bei *b* Pigmenthäufchen. Vergr. 150.



Fig. 49. Eine pigmentirte Nervenzelle aus dem Locus coeruleus des Menschen. Vergr. 150.

Zellkörper sich allmählich verjüngt, kann die Kugel- oder Spindelform zwar noch mannigfach alterirt werden, doch wird sie nie völlig verwischt.

Zum Studium der feineren Zellstructur an Schnittpräparaten empfiehlt sich ganz besonders die Behandlungsmethode nach *Nissl* (pag. 19).

Alle Nervenzellen besitzen ein körniges Protoplasma, das sich noch eine Strecke weit in die meisten Fortsätze hinein verfolgen lässt.

Im Inneren der Zelle ist ein runder oder ovaler, mitunter auch abgerundet-eckiger, relativ grosser, heller Kern zu sehen, der ausser einer eigenthümlichen Granulation, die gelegentlich auch ein deutliches Netzgerüst zusammensetzt, ein auffallend starkes Kernkörperchen (Nucleolus) besitzt, in welchem häufig noch ein Nucleolulus bemerkt werden kann. An sehr grossen Nervenzellen kann der Kern durch das Protoplasma des Zellleibes nahezu verdeckt sein, während das Kernkörperchen vermöge seines starken Lichtbrechungsvermögens noch deutlich hervorleuchtet. Nervenzellen mit zwei Kernen sind im Sympathicus häufig zu sehen.

Im Protoplasma der Zelle, namentlich an der Wurzel der Fortsätze, ist eine fibrilläre Streifung oft ganz klar zu erkennen (Fig. 46). Recht schön kommen die Fibrillen im Körper der Ganglienzelle nach folgender Methode zur Geltung (Fig. 47). Ein stecknadelkopfgrosses Stückchen wird aus dem Vorderhorne des Rückenmarkes einem eben getödteten Thiere entnommen, auf den Objectträger gebracht und mit dem Deckgläschen gequetscht, bis es eine ganz dünne Schicht bildet. Nun bringt man einen Tropfen einer 0·5procentigen wässerigen Methylenblaulösung an den Rand des Deckgläschens und sorgt durch leichtes Aufheben desselben, dass das Präparat überall mit dem Farbstoff in Berührung komme. Nach $^1/_2$ bis 1 Minute saugt man die überschüssige Farbe mit Fliesspapier ab und zieht das Deckgläschen vorsichtig weg, so dass die dünne Schicht am Objectträger oder Deckglase möglichst intact bleibt. Das Präparat lässt man nun an der Luft trocknen (5 bis 10 Minuten) und sobald dies erreicht ist, conservirt man in Canadabalsam oder Damarlack *(Kronthal)*.

Diese Fibrillen in der Zelle lassen sich sehr weit in die Ausläufer hinein verfolgen und sind jedenfalls auch als die Fortsetzungen der Fibrillen in den Axencylindern der mit der Zelle zusammenhängenden Nervenfasern anzusehen. *Nansen* sieht, entsprechend seiner abweichenden Anschauung vom Baue der Axencylinder (pag. 139), auch im Zellprotoplasma keine Fibrillen, sondern Primitivröhrchen mit ihren bindegewebigen Spongioplasmascheiden.

Die Körnung des Protoplasmas im Zellleibe ist vielleicht auch nur auf die zahlreichen, kleinen Anschwellungen der Primitivfibrillen zurückzuführen. Sie ist häufig keine gleichmässige; namentlich in den peripheren Schichten der Ganglienzelle, aber nicht unmittelbar unter der Oberfläche, machen sich manchmal eigenthümliche, grössere Granula von rundlich-eckiger Form bemerkbar, denen *Altmann* eine

wichtige Bedeutung für das Leben der Zelle zuschreibt. Aehnliche Granula finden sich auch in den Fortsätzen, wo sie eine mehr längliche Form annehmen *(H. Virchow)*. Solche Präparate wurden gewonnen durch Injection des frisch getödteten Kaninchens mit lauwarmer Chromsäure 1 : 1000, Erhärtung des Rückenmarkes mit Alkohol in steigender Concentration und Färbung der Schnitte mit Hämatoxylin oder Chinolinroth.

In einer gewissen embryonalen Entwickelungsperiode, und zwar kurz bevor die zugehörigen Nervenfasern ihre Markhülle erlangen, bemerkt man das Auftreten zahlreicher Körner und Schollen im Zellkörper, die bei der *Weigert*'schen Hämatoxylinfärbung dunkel werden; *Lenhossèk* bezeichnet sie als Myeloidkörnchen.

Am schwierigsten ist es, die kleineren Ganglienzellen von anderen zelligen Gebilden zu unterscheiden; kein Zweifel kann bei den grösseren obwalten, welche überhaupt zu den grössten Zellen gehören, die wir im Thierreiche antreffen, bei Säugethieren bis 0·1 Millimeter und auch mehr im Durchmesser erreichen; noch grössere Nervenzellen besitzen manche Fische (vgl. pag. 166).



Fig. 50. Zwei Zellen aus einem Spinalganglion des Menschen; sie sind merklich geschrumpft und daher an vielen Stellen von der Kapsel, deren Kerne deutlich sichtbar sind, zurückgezogen.

Weitere Merkmale, welche herbeigezogen werden können, um die Erkennung von Nervenzellen zu erleichtern, sind folgende:

Viele Nervenzellen, namentlich die grösseren, enthalten ein Häufchen lichtgelber Körnchen, die man als aus einer schwach gefärbten, fettähnlichen Substanz bestehend betrachtet und meist als „Pigment" bezeichnet; dieses ist in der Regel an einer Seite der Zelle in der Nähe eines Fortsatzes angesammelt (Fig. 48, 50 und 51). Ein dunkles, braunes Pigment ist weniger häufig, es kann den Zellleib nahezu überall erfüllen, so dass nur der Kern hell bleibt, und auch noch eine Strecke weit in die Fortsätze hinein dringen (Fig. 49). Derartige dunkle Zellen sind in grösserer Menge beisammen an zwei Stellen des Gehirns, nämlich in der Substantia nigra Soemmeringi und im Locus coeruleus. Mehr vereinzelt finden sie sich an anderen Orten, z. B. am Rande des Vaguskernes. — Ausserhalb des Gehirns sind dunkel pigmentirte Ganglienzellen in den Spinalganglien und in den Ganglien des Sympathicus vorhanden (Fig. 50). Bei Thieren sind pigmentirte Zellen im Nervensystem sehr selten; beim Menschen scheint eine Parallele zwischen dem allgemeinen Pigmentreichthum und der Pigmentfülle in den Nervenzellen nicht zu bestehen.

Sämmtliche Nervenzellen des Neugeborenen sind noch pigmentfrei; sie erhalten erst in späteren Jahren Pigment, welches im hohen Alter immer am reichlichsten vorhanden ist. Manche grosse Nervenzellen, wie z. B. die *Purkinje*'schen Zellen der Kleinhirnrinde, bleiben allerdings immer ohne Pigment; ebenso viele von den kleinsten Zellen.

Das Pigment in den Nervenzellen ist chemisch noch nicht genügend definirt; das helle Pigment färbt sich mit Ueberosmiumsäure, sowie häufig auch bei Hämatoxylinfärbung nach *Weigert* etwas dunkler. Das dunkle Pigment in den Nervenzellen des menschlichen Gehirns wird unter der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure heller. Bei Süsswassermollusken findet sich in den Nervenzellen ein Pigment, welches mit concentrirter Schwefelsäure grün, blau bis indigo wird *(Buchholz)*, und bei Acephalen existirt ein solches braungelbes Pigment, welches mit diesem Reagens eine tief olivengrüne Farbe annimmt *(Rawitz)*.



Fig. 51. Pyramidenförmige Nervenzelle aus der Rinde des Grosshirns vom Menschen. Vergr. 200.

Die Pigmentkörnchen in den menschlichen Nervenzellen erscheinen (ganz frisch können sie kaum zur Untersuchung gelangen) bei stärkster Vergrösserung durchwegs rundlich, rundlicheckig.

Ein weiteres Kennzeichen der Nervenzellen ist das Verhalten ihres Kernes gegen Hämatoxylin. Färbt man ein Schnittpräparat in der früher (pag. 20) angegebenen Weise schwach mit Alaunhämatoxylin, so treten alle Kerngebilde intensiv blau hervor, mit alleiniger Ausnahme der Kerne in den Nervenzellen; selbst die grössten haben nur einen lichten, blaugrauen Ton angenommen. Der Kern der Nervenzellen entbehrt eben des Chromatins, was namentlich nach Härtung in Alkohol oder auch Sublimat deutlich hervortritt *(Magini)*.

Eine eigentliche Hülle kommt den Nervenzellen nicht zu; an manchen Orten (in den Spinal- und Sympathicusganglien, ähnlich auch im accessorischen Acusticuskerne) befinden sie sich eingeschlossen in eine Kapsel aus Epithelzellen, zwischen denen der meist einfache Zellfortsatz austritt (Fig. 50). Nach *M. Schulze's* Angabe findet man im Acusticus des Hechtes Nervenzellen, welche noch mit einer Markhülle umgeben sind.

Man orientirt sich über die Form der Nervenzellen, über ihre Fortsätze und über ihre feinere Structur theils an Schnittpräparaten,

welche nach einer der früher angegebenen Methoden behandelt wurden, theils an frischen, gequetschten (pag. 158) oder an Isolationspräparaten. Letztere erhält man nach vorhergehender Maceration eines kleinen, möglichst frischen Stückchens aus der grauen Substanz des Centralnervensystems, z. B. aus dem Vorderhorne des Rückenmarkes. Die Maceration geschieht am besten in einer schwach weingelben Lösung von doppeltchromsaurem Kali (2 bis 4 Tage) oder in einer Mischung von 1 Theil absolutem Alkohol und 2 Theilen Wasser *(Ranvier)*. Der Macerationsflüssigkeit kann man gleich ein wenig Karmin- oder Fuchsinlösung beifügen. Mit Hilfe des Präparirmikroskopes lassen sich dann grössere Zellen mit ihren Fortsätzen leicht isoliren. Ziemlich gute Dauerpräparate erhält man, wenn man den Schlamm, welcher die isolirten Zellen enthält, am Objectträger ausbreitet, eintrocknen lässt und nun direct in Damarlack einschliesst. Auch nach circa 14tägigem Aufenthalte in einer 0·1procentigen Lösung von Ueberosmiumsäure kann man die Zellen gut isoliren.

Bezüglich der Fortsätze lehren namentlich die Isolationspräparate mancherlei.

Anastomosen zwischen zwei Ganglienzellen vermittelst eines dickeren Fortsatzes, wie dieselben häufig beschrieben und abgebildet werden, existiren nicht oder wenigstens nur als Abnormitäten.

Die Fortsätze der Ganglienzellen theilen sich entweder wiederholt dichotomisch, bis sie in Fäserchen äusserster Feinheit zerfallen sind, die man als Primitivfibrillen auffassen kann und die wegen ihrer grossen Zartheit eine weitere Isolirung und Verfolgung nicht gestatten (Fig 48) oder aber es gehen von dem Fortsatze (z. B. vom Spitzenfortsatze der pyramidenförmigen Zellen in der Hirnrinde, Fig. 51), während er successive sich verschmächtigt, sehr feine Zweigchen unter rechtem Winkel mit etwas verbreitertem Ansatze ab. Wahrscheinlich geht wenigstens ein Fortsatz jeder Nervenzelle (vielleicht aber bei manchen Zellen deren mehrere) in den Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser über; ein solcher Fortsatz kann dann als Axencylinderfortsatz, Hauptfortsatz, bezeichnet werden, zum Unterschiede von den zuerst beschriebenen Protoplasmafortsätzen *(Deiters)* oder verästelten Fortsätzen *(M. Schulze)*. Der directe Uebergang eines Zellfortsatzes in eine markhaltige Faser kann aber nur unter ganz besonders günstigen Bedingungen gesehen werden *(Koschewnikoff)*. Auch charakterisirt sich der Axencylinderfortsatz durch sein mehr hyalines, glasiges Aussehen (Fig. 48).

Wenn man aber eine grössere Anzahl von Zellen auf ihre Fortsätze prüft, so wird man selbst mit Hilfe der am besten dazu geeigneten Methoden (z. B. Silber- oder Sublimatfärbung von *Golgi, Pal)* finden, dass sich in sehr vielen, vielleicht sogar in den meisten Fällen

der Axencylinderfortsatz keineswegs unzweifelhaft charakterisirt; man darf daher nicht schematisiren und in vorschneller Weise einen Axencylinderfortsatz diagnosticiren, sondern thut besser daran, ihn nur dort anzuerkennen, wo er sich durch sein ganzes Verhalten deutlich und sicher als solcher kennzeichnet.

Die Zahl der Fortsätze an den Ganglienzellen ist allerdings eine wechselnde, doch dürfte sie, wenn man von sehr feinen Aestchen absieht, selbst bei den fortsatzreichsten selten mehr als 8 betragen. Apolare Nervenzellen scheinen physiologisch nicht verständlich; sie sind entweder als Zellen im Entwickelungsstadium oder aber in den meisten Fällen als Kunstproducte anzusehen. *Rauber* meint, es könnten solche apolare Zellen auch als Hemmungsbildungen auftreten, als Nervenzellen, welche auf ihrer ursprünglichen, fortsatzlosen Stufe stehen geblieben sind. Auch bei der physiologischen Verwerthung unipolarer Zellen stösst man auf Schwierigkeiten; da sich aber ihr Fortsatz in der Regel bald theilt, so hat man wohl das Recht, sie wenigstens in vielen Fällen als bipolare Zellen, deren Fortsätze sich bereits vor dem Zellkörper vereinigen, zu betrachten. *Ranvier* hat dies Verhalten unipolarer Zellen (Tube en *T)* nachgewiesen. In Fig. 50 sehen wir von der Zelle zahlreiche feine Fortsätze abgehen und die Kapsel durchsetzen; diese Zacken wurden meist für Kunstproducte gehalten, es ist aber weitaus gerechtfertigter anzunehmen, dass die Zelle einen stärkeren Axencylinderfortsatz (bei *a*) und viele feinste Protoplasmafortsätze besitze; eine solche Zelle ist also als „pseudo-unipolar" oder „regentipolar" *(Fritsch)* zu bezeichnen.

Die feinsten Endverästelungen der Fortsätze gehen in ein Nervennetz über, welches sich überall in der grauen Substanz findet und aus welchem sich wahrscheinlich wieder dickere Axencylinder sammeln, die sich weiterhin mit Mark bekleiden.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Fortsätze an den Sympathicuszellen des Frosches *(Beale, Arnold)*; hier verläuft ein Fortsatz, der in gewöhnlicher Weise trichterförmig aus der Zelle entspringt, gerade und theilt sich meist erst in einiger Entfernung von der Zelle, während ein zweiter Fortsatz (Spiralfaser) den ersteren in mehrfachen Spiraltouren umgibt und sich schliesslich auch mit Mark bedecken soll.

Je weiter wir in der Wirbelthierreihe von den niederen Formen zu den höheren emporsteigen, um so entwickelter also das Centralnervensystem ist, desto zahlreicher werden die Fortsätze an den Nervenzellen. Dies lässt sich an homologen Abschnitten des Centralorganes leicht nachweisen; man vergleiche beispielsweise die Vorderhornzellen im Rückenmarke der Fische, die meist nur bipolar sind,

mit den sternförmigen, fortsatzreichen Zellen dieser Gegend bei grösseren Säugethieren (Fig. 46 und 48). Es wird ja die Nervenzelle zu um so complicirteren und mannigfacheren Leistungen befähigt sein, je zahlreicher die Leitungswege sind, welche sie mit anderen Nervenelementen verbinden.

Ueberlebende, noch nicht abgestorbene Nervenzellen lassen sich am besten von wirbellosen Thieren gewinnen. Die Ganglienhaufen des Flusskrebses, z. B. im Schweife, werden nach der Angabe von *Freud* im Blute desselben Thieres, das aus der Wunde des Panzers hervorquillt, untersucht. Man sieht dann, dass auch die lebende Zelle aus einer netzförmig angeordneten Substanz besteht, welche sich in die Fibrillen der Nervenfasern fortsetzt, und aus einer homogenen Zwischensubstanz. In den Kernen dieser Zellen hat *Freud* eine wechselnde Anzahl vielgestaltiger Körper (meist sind es längere oder kürzere Stäbchen, gewundene, gegabelte Fäden u. dgl.) gesehen, welche, so lange die Zelle lebt, Form und Ortsveränderungen deutlich erkennen lassen. Im Gehirne niederer Crustaceen hat *Wiedersheim* Formveränderungen des Ganglienzellleibes unter dem Mikroskope verfolgen können.

E. Fleischl hat an den frischen Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri des Frosches unter der Einwirkung von Borsäure Bewegungen des ganzen Kernes beobachtet.

Durch die Einführung der *Ehrlich*'schen Färbung intra vitam mit Methylenblau (pag. 41) sind uns weitere wichtige Thatsachen über das Verhalten lebender Nervenzellen (aus dem Sympathicus und den Spinalganglien) zu ihren Fortsätzen bekannt geworden (*Ehrlich*, *Aronson*, *Smirnow* u. A.). An den Zellen des Sympathicus vom Frosch bleibt der gerade Fortsatz ungefärbt, während die Spiralfaser sich intensiv blau färbt; man erkennt dann, dass letztere zu feinen Fibrillen zerfällt, welche die Oberfläche der Zelle umspinnen, wie die Stricke einen Luftballon, und mit knopfförmigen Anschwellungen versehen sind. Aehnlich stellen sich die Spinalganglienzellen beim Kaninchen und überhaupt beide genannten Zellarten bei höheren Wirbelthieren dar. Da sich bei der Methylenblauinfusion die sensiblen Fasern besonders leicht färben, so darf man wohl die Spiralfaser als centripetalleitenden Fortsatz der Zelle ansehen (*Ehrlich*).

Das verschiedene Verhalten, welches benachbarte Ganglienzellen gegen gewisse Farbstoffe zeigen können, namentlich bei der Hämatoxylinfärbung nach *Weigert* (chromophile und chromophobe Zellen) lässt auf Differenzen in der Function schliessen (*Flesch* u. A.).

Eine ganz eigenthümliche Art zelliger Körper findet sich an vielen Stellen des Centralnervensystems, z. B. im Bulbus olfactorius,

in der Retina, namentlich aber in grosser Menge beisammen in der Körnerschicht des Kleinhirns. Auf diese als **Körner** (von *Robin* Myelocyten genannt) bezeichneten Zellen passen die Angaben über Nervenzellen durchwegs nicht. Sie bestehen nahezu ausschliesslich aus einem granulirten Kerne von 5 bis 8 μ Durchmesser, fast immer ohne deutliches, stark lichtbrechendes Kernkörperchen, die Protoplasmahülle ist sehr schmal; manchmal lassen sich Fortsätze oder die Protoplasmaschicht überhaupt nicht erkennen, im besten Falle sind die Fortsätze sehr zart und fein und nicht weit zu verfolgen (Fig. 52). Gewöhnlich sind es dann zwei Fortsätze, welche von den beiden entgegengesetzten Polen der Zelle abgehen.

Auch färben sich die Kerne dieser Körner intensiv mit Hämatoxylin. Es liegt demnach gar kein Grund vor, sie als den Nervenzellen ganz gleichwerthig aufzufassen, wie dies wiederholt geschehen ist. Andererseits entsprechen sie aber in ihrem Baue auch nicht anderen Gewebselementen, z. B. Bindegewebszellen, abgesehen von dem Umstande, dass es nicht recht begreiflich erscheint, welches die physiologische Bedeutung so massenhafter Anhäufungen von nicht nervösen Elementen an manchen Stellen des Nervensystems sein könnte.


Fig. 52. Körner aus der Rinde des Kleinhirns. Vergr. 200.

Wir werden daher gut thun, diese Körner, zu deren Anschauung man am besten durch Zerzupfen eines Stückchens Kleinhirnrinde kommt, als eine eigenartige, dem Nervensysteme adjungirte Gewebsspecies oder höchstens als eine besondere Varietät der Nervenzellen zu betrachten, denn es lassen sich allerdings auch gewisse Uebergangsformen zu den gewöhnlichen Nervenzellen finden. Sie werden auch bei Wirbellosen angetroffen. Studirt man die Histogenese des Gehirns, beispielsweise des Kleinhirns, so wird man alsbald zu der Frage gedrängt, ob wir es da nicht mit Nervenzellen zu thun haben, welche im embryonalen Zustande verblieben sind *(Chatin)*; es ist aber schwer einzusehen, wieso so ausgedehnte Lagen von Gewebselementen auf einer der ersten Entwickelungsstufen verharren sollten, ohne als überflüssiger Ballast einem regressiven Processe anheimzufallen.

A. Hill sieht in ihnen bipolare Nervenzellen, welche in den Verlauf markloser, sensibler Nervenfasern eingeschaltet sind, bevor diese sich zu einem Plexus vereinigen, aus welchem erst die sensiblen Markfasern ihren Ursprung nehmen.

Zu den zelligen Elementen, deren nervöse Natur ebenfalls noch nicht sichergestellt ist, gehören auch die Zellen, welche in grosser Menge in der Substantia gelatinosa Rolandi des Rückenmarkes

(namentlich beim Kinde) nachgewiesen werden können; beim Erwachsenen sind sie nur schwierig deutlich darzustellen.

Als einen neuen morphologischen Bestandtheil der peripheren Nerven hat *Adamkiewicz* die sogenannten Nervenkörperchen beschrieben, welche nach Färbung mit Safranin an peripheren Nerven, die in *Müller*'scher Flüssigkeit gehärtet sind, gesehen werden können. Es sind dies eigenthümliche, zarte, spindelförmige Zellen, die den Nervenfasern enge anliegen und am Querschnitte als orangegelbe bis braunrothe Halbmonde mit violettem Kerne erscheinen. Dieselben färben sich auch mit verschiedenen basischen Anilinfarbstoffen und verhalten sich vollkommen analog den sogenannten Mastzellen (grosse, grob granulirte Zellen, die sich bei local gesteigerten Ernährungszuständen aus Bindegewebskörperchen entwickeln); daher erklärt *Rosenheim* diese „Nervenkörperchen" nur für Mastzellen. Sie fehlen bei Neugeborenen und treten erst im höheren Alter in grösserer Anzahl auf.

Bei Thieren konnte sie *Adamkiewicz* zwar nicht wiederfinden, auch sah er sie bei Atrophie der Markscheide zugrunde gehen. Wahrscheinlich hat *Benda* dennoch Recht, welcher die Nervenkörperchen mit den Kernen der *Schwann*'schen Scheide identificirt.

Ueber die **histologische Bedeutung der Nervenzellen** bestehen noch sehr weit auseinandergehende Anschauungen; man hat sie sogar überhaupt nicht als Zellen gelten lassen wollen *(Arndt)* und deshalb den Namen „Nervenkörper" für sie vorgeschlagen.

Wir sind auch noch gar nicht in der Lage, die früher beschriebenen Varietäten in der Gestalt, Grösse, Pigmentirung der Zellen, namentlich aber das Verhalten ihrer Fortsätze in genügend klaren Zusammenhang mit ihrer physiologischen Leistung zu bringen.

Ganz besonders ist auf den Pigmentgehalt hinzuweisen, der uns mit grösster Entschiedenheit einen Fingerzeig für die Function der Zelle und den besonderen Stoffwechsel in ihrem Protoplasma geben dürfte; leider nur verstehen wir diesen Fingerzeig noch nicht.

Hinsichtlich der Grösse der Zellen wissen wir, dass sehr dicke Nervenfasern meist zu grossen Ganglienzellen, und umgekehrt, gehören dürften. Wenn dies richtig ist und die längeren Nervenbahnen sich thatsächlich durch die gröberen Fasern auszeichnen, dann müssen auch die grössten Nervenzellen mit den längsten Bahnen zusammenhängen. Im Allgemeinen ist dieser Satz gewiss unrichtig, kann aber möglicherweise innerhalb eines gewissen Gebietes, z. B. für die Pyramidenzellen der Grosshirnrinde, eine wenigstens beschränkte Geltung haben. Ebenso ist es gewiss nicht bedeutungslos, dass die gesammten, äusserst zahlreichen, grossen Zellen der Kleinhirnrinde durchwegs von nahezu ganz gleichem Durchmesser sind.

Die grössten Zellen trifft man bei Fischen an der dorsalen Fläche der Medulla oblongata, namentlich beim Lophius piscatorius, woselbst sie einen Durchmesser von 0·257 Millimeter erreichen können. Sie sind bereits dem unbewaffneten Auge sichtbar; ihr ovaler Kern erreicht einen Durchmesser von 0·07 Millimeter, das Kernkörperchen 0·034 Millimeter. Letztere Zellen zeigen auch die sehr auffallende Eigenthümlichkeit, dass ihr Protoplasma häufig von Capillargefässen durchsetzt wird, die sich selbst innerhalb der Zelle theilen können *(Fritsch)*. Nicht zu verwechseln damit ist ein von *Adamkiewicz* supponirter Blutkreislauf innerhalb der Ganglienzellen.

Vorzüglich hat man sich bestrebt, einen durchgreifenden Unterschied zwischen der sensiblen und der motorischen Zelle (besser ausgedrückt der mit sensiblen, respective motorischen Bahnen in directer Beziehung stehenden Zelle) ausfindig zu machen. Man möge überhaupt bei der Aufstellung derartiger Unterscheidungen recht zurückhaltend sein. Denn gewiss wird es auch Zellen geben, welche weder motorisch noch sensibel (in dem angedeuteten Sinne) genannt werden dürfen, z. B. etwa rein trophische oder andere, welche nur mit den höheren psychischen Functionen zusammenhängen — und endlich besonders viele, die man, wenn auch ihre functionelle Bedeutung klar erkannt wäre, streng genommen in gar keine dieser Kategorien einreihen könnte.

Um ältere derartige Versuche zu übergehen, seien nur die Angaben von *Golgi* angeführt. Er unterscheidet zweierlei Typen von Ganglienzellen, welche sich mittelst der Silber- oder Sublimatfärbungsmethode sehr deutlich charakterisiren: 1. Ganglienzellen, deren Axencylinderfortsatz zwar eine Anzahl von Seitenästchen abgibt, aber, ohne seine Selbständigkeit zu verlieren, in den Axencylinder einer Markfaser übergeht. 2. Ganglienzellen, deren Axencylinderfortsatz sich nach und nach durch Theilung gänzlich in ein Fasernetz auflöst. Die Zellen erster Kategorie findet *Golgi* an den Ursprungszellen motorischer Nerven, die der zweiten Kategorie an den sensiblen Nerven, er bezeichnet daher jene als motorisch und diese als sensibel.

Hierbei hat sich aber, wie wir sehen, das sonderbare Resultat ergeben, dass bei den zweitgenannten Zellen der Axencylinderfortsatz gerade jenes Merkmales entkleidet wurde, das ihn eben zum Axencylinderfortsatz macht: der directe Uebergang in den Axencylinder einer Nervenfaser. Das Verhalten dieser Axencylinderfortsätze vom zweiten Typus ist also dem eines Protoplasmafortsatzes äusserst ähnlich, und es mag dies ein Hinweis mehr sein, mit dem Auffinden solcher Axencylinderfortsätze vorsichtig zu sein.

Vollkommen unsicher sind unsere Kenntnisse über das Verhalten der feinsten aus den Zellfortsätzen entstandenen Verzweigungen. Sehr verbreitet ist die Anschauung, dass diese letzten Endreiserchen ein dichtes durch die gesammte graue Substanz des Centralnervensystems ausgebreitetes Filzwerk, Neurospongium *(Waldeyer)*, bilden, dabei einerseits direct mit den Endverzweigungen von anderen Nervenzellen anastomosiren, sowie andererseits, etwa durch Aneinanderlagerung, Axencylinder von Nervenfasern aus sich entstehen lassen. Jede Nervenzelle — oder wenigstens fast jede — würde darnach mit vielen anderen ihresgleichen aus der Umgebung in ununterbrochener Continuität verknüpft sein.

Golgi und Andere gewähren den Protoplasmafortsätzen keinen Antheil an der Bildung dieses feinsten Netzwerkes, es sollen ihnen aber enge Beziehungen zum Bindegewebe und zu den Blutgefässen zukommen; ihre functionelle Aufgabe müsste demnach im Gebiete der Ernährung des Nervengewebes gesucht werden. Nach der Anschauung von *Golgi* und *Ramon y Cajal* sind es im Rückenmarke einerseits die beiden Arten von Axencylinderfortsätzen (namentlich die des zweiten Typus), welche dieses Netzwerk bilden, andererseits sich vielfach theilende Wurzelfasern der hinteren Rückenmarkswurzeln, und endlich Fibrillen, welche aus den Axencylindern der Nervenfasern in der Marksubstanz unter nahezu rechtem Winkel abzweigen und in die graue Substanz eindringen.

Eine sehr bemerkenswerthe Anschauung hat zuerst *Forel* ausführlich formulirt. Er meint, dass die feinsten Zweigchen verschiedener Nervenelemente etwa derart ineinandergreifen, wie die Aeste zweier benachbarter Bäume, also nicht unmittelbar ineinander übergehen. Allerdings lässt er es im Unklaren, wie er sich die freien Enden dieser feinsten Reiserchen vorstellt. Vom physiologischen Standpunkte aus liegt auch thatsächlich keinerlei Nothwendigkeit vor, eine directe Contiguität der Fortsätze anzunehmen; wir können uns, soweit die höchst rudimentären Vorstellungen über den physiologischen Vorgang in den Nervenzellen ein Urtheil erlauben, ganz wohl denken, dass auch die blosse Continuität, das vielfache Ineinandergreifen genügt, um eine Uebertragung von Reizen zu ermöglichen, etwa so wie die von *Ehrlich* nachgewiesene Auflagerung der Spiralfaser auf die Sympathicuszellen. Zunächst spricht schon die directe Anschauung gut gelungener Silber- oder Sublimatpräparate eher für letztere Auffassung; es färben sich dabei immer nur einzelne Nervenzellen mit ihrem reichen Faserwerke und wohl niemals mit ihnen anastomisirend auch benachbarte weitere Zellen. Zu ganz ähnlichen Anschauungen war aber auch *His* durch seine Untersuchungen über

die Entwickelung des Centralnervensystems gekommen; er gelangte zu der Ueberzeugung, dass zur Erklärung der Einwirkung eines Fasersystems auf ein anderes nicht die Continuität beider Bahnen nothwendig sei; es genüge das Auslaufen der beiderseitigen Endstümpfe in demselben Gebiete und die Einschiebung einer reizübertragenden Zwischensubstanz. Jede Zelle soll ausser der „Axenbahn" auch einen „Zuleitungsbezirk" besitzen. Darunter versteht er jenen umgebenden Bezirk, innerhalb welchen sich die Protoplasmafortsätze der Zelle (die Dendritenfasern) verbreiten. Benachbarte Zellgebiete greifen ineinander über und können sich zu einem Gesammtbezirk combiniren.

Es kann hier aber auch bemerkt werden, dass *His* aus genetischen Gründen es keineswegs als allgemeines Gesetz gelten lässt, dass von jeder Nervenzelle nur eine einzige Nervenfaser ausgehen könne; wenn er dies wohl auch für die Rückenmarkszellen als wahrscheinlich annimmt, so steht es andererseits fest, dass die Zellen der Spinalganglien in zwei Nervenfasern auswachsen, von denen die eine in das Rückenmark eindringt, die andere peripheriewärts sich ausbreitet.

Kölliker will gesehen haben, dass gewisse Endverzweigungen des feinen Fasernetzes als äusserst zarte varicöse Fasern die Nervenzellen umspinnen und an ihrer Oberfläche meist mit feinen Knöpfchen enden; auch *Ramon y Cajal* hat Aehnliches z. B. im Kleinhirne gesehen.

Auf besonderen histologischen Grundprincipien ist die zuerst von *Stricker* und *Unger* ausgesprochene und von verschiedenen Seiten acceptirte Anschauung aufgebaut, welche in folgenden beiden Sätzen gipfelt: 1. Es gibt alle Uebergangsformen von den Bindegewebszellen zu den Nervenzellen, und 2. die Nervenzellen und ihre Axencylinderfortsätze tragen Ausläufer, welche continuirlich in ein der Bindesubstanz angehöriges Netzwerk übergehen.

Lediglich als Hypothese hingestellt wurde von *Rabl Rückhard* die Möglichkeit, dass die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen, welche sich an der Bildung des Neurospongiums betheiligen, hier einem Spiel amöboider Veränderungen unterworfen seien; ein abgerissener Gedankenfaden sei ein abgerissener Protoplasmafaden!

Da die Entwickelung der Ganglienzellen in inniger Beziehung zum Verhalten des Epithels der centralen Höhlen steht, wird dieselbe bei Besprechung dieses Gewebes Erwähnung finden.

Krankhafte Veränderungen an den Nervenzellen.

Während die Degenerationsformen der Nervenfasern, soweit wir dies bisher zu erkennen vermögen, nicht sehr mannigfaltig und nur wenige Modificationen der geschilderten Typen festgestellt sind, kann die Nervenzelle im lebenden Organismus auf sehr verschiedene Art erkranken, wobei allerdings das physiologische Schlussresultat, der Functionsausfall, der Tod der Zelle, immer das Gleiche bleibt. Die Nervenzelle verschwindet dabei endlich vollständig oder es bleibt ein je nach der Art der Degeneration verschiedener Rückstand an ihrer Stelle vorhanden.



Fig. 53. Einfache Atrophie einer Nervenzelle aus dem Oculomotoriuskerne des Menschen. Vergr. 150.



Fig. 54. Beginnende Atrophie einer Vorderhornzelle des Rückenmarkes, Degeneration des Kernes. Vergr. 150.



Fig. 55. Fettig-pigmentöse Degeneration einer Pyramidenzelle der Hirnrinde. Vergr. 150.

Es gibt vielleicht eine ganz **einfache Atrophie** der Nervenzelle (Fig. 53); die Zelle schrumpft anfänglich in einer, dann in allen Dimensionen, dabei reissen dann die Fortsätze in einiger Entfernung von der Zelle ab, wobei sie häufig eine korkzieherförmige Gestalt annehmen; der Kern wird immer undeutlicher und endlich schwindet der letzte Rest der Zelle, gelegentlich mit Zurücklassung einer Gewebslücke, vollständig. Der Beginn eines atrophischen Processes macht sich mitunter zuerst an den Kernen bemerkbar; diese verlieren ihre glatte Oberfläche, werden rauh, wie mit Stacheln besetzt, länglich, schrumpfen ein und liegen häufig der Peripherie der Zelle nahezu an (Fig. 54); sie erscheinen dann nicht mehr hell, sondern werden

undurchsichtig und nehmen gewisse Farbstoffe (Hämatoxylin, Nigrosin) lebhaft auf.

Es ist aber immerhin warscheinlich, dass derartig geschrumpfte Zellen blos das Endstadium eines anderen Degenerationprocesses darstellen, dessen feinere Details nur mittelst gewisser besonders geeigneter Methoden (z. B. *Nissl)* erkannt werden können.

Die **fettig-pigmentöse Degeneration** der Nervenzellen (Fig. 55) äussert sich darin, dass das normalerweise in ihnen vorhandene Pigment an Quantität stark zunimmt. Da das lichtgelbe Pigment gewisse Eigenschaften mit dem Fette gemeinsam hat und wahrscheinlich auch ein dem Fette verwandter Körper ist, so spricht man von einer fettig-pigmentösen Entartung; übrigens ist die körnige Substanz, welche sich bei dieser Degenerationsform in der Nervenzelle ansammelt, dem Fette ähnlicher als dem Pigmente, und namentlich in den vorgeschritteneren Stadien handelt es sich oft entschieden nur mehr um Fettkörnchen.

Nachdem nicht festgestellt werden kann, wie gross der normale Pigmentgehalt einer Nervenzelle ist, so können die ersten Stadien dieses krankhaften Processes durchaus nicht erkannt werden. Späterhin freilich erfüllt sich die Zelle immer mehr und mehr mit Fett, so dass sie dadurch wie ein übermässig angestopfter Sack aufgetrieben wird, wobei die Gegend des Kernes gleichsam eingeschnürt bleiben kann; endlich geht letzterer zugrunde, die ganze Zelle besteht aus einem Haufen von Fettkörnern, die schliesslich auseinanderfallen und verschwinden. Dieser Vorgang kann bei chronischen Gehirnatrophien, z. B. der senilen Atrophie, bei Säufern, Paralytikern gefunden werden. Es geschieht aber auch, dass eine mit Fettkörnchen angestopfte Nervenzelle ihre Fortsätze verliert, der Kern jedoch, wenn auch mit verändertem Aussehen, erhalten bleibt, so dass sie dann von einer gewöhnlichen Fettkörnchenzelle nicht mehr unterschieden werden kann und als solche weiterbesteht.

Mitunter trifft man eine eigenthümliche **körnige Degeneration** (Fig. 56), welche eher für einen acuten Process spricht; der Zellkörper erscheint dabei in Folge des Auftretens zahlreicher grösserer, rundlicher oder länglicher, mit Karmin tingirbarer Körner in auffälliger Weise gefleckt. Dabei können die sonstigen Merkmale einer normalen Ganglienzelle lange Zeit hindurch unverändert erhalten bleiben. Namentlich muss beachtet werden, dass hierbei der Kern noch seine normale Structur aufweist. Wahrscheinlich ist dieser Process identisch mit gewissen Veränderungen, die *Friedmann* in entzündlichen Herden gefunden hat; es tritt nämlich in der Zellsubstanz selbst ein weitmaschiges chromatisches Netzwerk mit grösseren Knotenpunkten auf, das aber in seiner Vollständigkeit nur dann zum Ausdruck gebracht werden kann,

wenn das Gewebe noch lebend in einer passenden Flüssigkeit fixirt wurde (S. 9). Jedenfalls handelt es sich dabei aber nur um ein Zwischenstadium, welches weiterhin zu einem völligen Zugrundegehen der Zellstructur führt.

Wohl ebenfalls in Folge eines Reizzustandes geschieht es, dass der Kern an die Peripherie der Zelle heranrückt, ja dieselbe sogar überschreitet und zum grossen Theil ausserhalb des Zellleibes zu liegen kommt; dasselbe kann man auch mitunter in der Dementia paralytica an den Vorderhornzellen des Rückenmarkes beobachten *(J. Wagner)*.

Als **homogene Schwellung** bezeichnen *Friedmann* und *Schaffer* eine Entartungsform der Ganglienzellen (an den Vorderhornzellen bei Myelitis), wobei zunächst nur der centrale Theil der Zelle in eine homogene Masse umgewandelt wird, während die Randzone der Zelle



Fig. 56. Körnige Degeneration einer Vorderhornzelle bei Myelitis. Vergr. 150.



Fig. 57. Vorderhornzelle mit 10 Vacuolen bei Myelitis. Vergr. 150.



Fig. 58. Colloiddegeneration einer Vorderhornzelle bei Myelitis. Vergr. 150.

noch die normale körnige Structur aufweist und auch der Kern meist intact erscheint. Die atrophisch geschrumpften Ganglienzellen sollen aus derartig entarteten Zellen hervorgehen.

Auch die **Vacuolenbildung** in den Nervenzellen (Fig. 57) ist zwar nicht immer, sicherlich aber, wenn sie in vielen Zellen und hochgradig auftritt, ein Zeichen eines entzündlichen Processes (namentlich bei Myelitis). Die Anzahl der Lücken im Protoplasma der Zelle ist verschieden; es können deren bis zehn vorhanden sein, die fast den gesammten Zellleib ersetzen; er wird dann nur durch dünne Sepimente zwischen den Vacuolen und durch die Wurzeln der Fortsätze repräsentirt. Auch hier behalten oft Kern und Fortsätze anscheinend ihr normales Aussehen. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass Vacuolen in den Nervenzellen auch als postmortale Veränderungen auftreten können.

In der Nähe entzündlicher Herde trifft man auch auf Zellen (Fig. 58), deren Körper fast vollständig von einem structurlosen grossen, glasigen Colloidtropfen erfüllt ist; derartige **colloidentartete** Zellen bekommen eine charakteristische kugelrunde Form, wie sie unter normalen Verhältnissen nur wenigen, ganz bestimmten Zellen eigen ist. Der Colloidtropfen färbt sich mit Karmin intensiv.

Als Gegensatz zu der Pigmentdegeneration findet sich ein pathologischer Vorgang an den Nervenzellen, wobei dieselben ihr normales Pigment verlieren, **Depigmentation**; daneben schwindet auch die charakteristische protoplasmatische Körnung, der Zellkörper erscheint homogen, Karmin wird weniger lebhaft aufgenommen, so dass auf Schnittpräparaten die Zellen sich von der Grundsubstanz nur schwach abheben. Diese Veränderung wird am häufigsten in sklerotischen Hirnpartien gefunden und demnach auch als Sklerose der Nervenzellen bezeichnet. Nahezu identisch damit mag die von Einigen beschriebene hyaline Degeneration sein. Weiterhin geht die Zelle wechselnde Veränderungen der Form ein und verschwindet gelegentlich auch gänzlich; es können auf diese Weise in manchen Hirngegenden grössere Mengen von Zellen ausfallen. Diese Art der Atrophie ist fast immer das Zeichen eines langsamen chronischen Processes.

Hypertrophische Anschwellungen der Ganglienzellen, wobei auch der Charakter der Zellsubstanz verändert erscheint (meist wird sie trübe, der Kern undeutlich, daher „trübe Schwellung oder parenchymatöse Schwellung"), sind nicht immer leicht zu erkennen und von postmortalen Veränderungen zu unterscheiden; jedenfalls dürfen nur die höheren Grade als entschieden pathologisch angesehen werden, und es fragt sich überhaupt, ob wir in diesen pathologischen Veränderungen eine wohl charakteristische Degenerationsform sui generis zu suchen haben. Derartige Veränderungen wurden in der paralytischen und in der senilen Demenz, sowie in anderen Formen intellectueller Schwäche gefunden, auch bei hochgradiger Inanition *(Rosenbach)*.

Varicöse Hypertrophie einzelner Fortsätze scheint selten zu sein, z. B. am centralen Fortsatz der *Purkinje*'schen Zellen im Kleinhirne *(Hadlich)*.

Verkalkte Ganglienzellen (Fig. 59) sind sowohl im Rückenmarke als in der Rinde des Gross- und Kleinhirns gefunden worden; in den Vorderhörnern des Rückenmarkes bei spinaler Lähmung der Kinder und acuter Poliomyelitis der Erwachsenen, am häufigsten aber in der Grosshirnrinde gruppenweise unter oberflächlichen Blutungen (plaques jaunes) oder auch überhaupt nach Traumen, welche den Schädel und damit indirect das Gehirn getroffen haben, selbst wenn letzteres sonst nicht verletzt scheint. In Erweichungsherden der Grosshirnrinde findet man

häufig Gruppen verkalkter Ganglienzellen, eingebettet in Detritus und Massen von Fettkörnchenzellen; während die übrigen Nervenzellen vollständig zugrunde gegangen oder wenigstens als solche nicht mehr erkennbar sind, haben jene durch die Aufnahme von Kalksalzen eine derartige Resistenzfähigkeit erhalten, dass sie, respective ihre Skelette, in nahezu unveränderter Gestalt ihren Platz behaupten können.

Friedländer ist der Ansicht, dass die Verkalkung der Ganglienzellen für acut einsetzende Processe charakteristisch sei. Verkalkte Ganglienzellen machen sich an ungefärbten Präparaten sowohl durch den eigenthümlichen, sonst keinem Gewebe zukommenden Glanz, sowie



Fig. 59. Verkalkte Ganglienzellen aus der Grosshirnrinde unter einer Blutung. Vergr. 150.



Fig. 60. Mehrfach getheilte Nervenzelle aus der Grosshirnrinde, Umgebung eines Tumors. Vergr. 150.

durch die starre, spiessartige Gestalt ihrer Fortsätze sehr leicht kenntlich. Uebrigens kann man nach Zusatz von Schwefelsäure Bläschen von Kohlensäure und Gypskrystalle auftreten sehen. An Präparaten, die nach der *Weigert* oder *Pal*'schen Methode gefärbt wurden, erscheinen die verkalkten Ganglienzellen schwarz mit hellem Kerne. Dass auch die Verkalkung nur als eine eigene Art der Atrophie anzusehen ist, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Ausser diesen geschilderten Degenerationsformen kommen noch mancherlei andere vor, so bespielsweise die Auffaserung des Zellkörpers *(Schaffer)*, wobei die fibrilläre Structur der Zelle und ihrer Fortsätze in übertriebener Weise zum Ausdrucke gelangt.

Es gibt endlich eine Reihe von Veränderungen an den Ganglienzellen, die mehr activer Natur sind, schliesslich aber doch immer oder wenigstens häufig zur Atrophie führen.

Zunächst wäre hier die **Kerntheilung** zu erwähnen. In Entzündungsherden findet man häufig eine Formveränderung des Kernes; derselbe beginnt sich in mehrere Theile abzuschnüren und zerfällt schliesslich in zwei Kerne. Dieser Process der Kerntheilung bei entzündlichen Vorgängen wurde eingehender zuerst von *Mondino* und von *Coën* studirt; sowohl an den grossen Zellen der Grosshirnrinde, wie der Kleinhirnrinde war bei Kaninchen und Meerschweinchen Karyokinese nachzuweisen. Hunde scheinen sich für diese Versuche weniger zu eignen. Am zahlreichsten findet man die Mitosen in den Ganglienzellen am vierten bis sechsten Tage nach der die Entzündung des Gewebes verursachenden Verletzung *(Coën)*.

Auch **Theilung der ganzen Zelle** wird an den Nervenzellen beobachtet, sei es durch entzündliche Vorgänge bedingt oder in Folge des durch einen benachbarten Tumor gesetzten Reizes, sei es endlich durch artificielle Reizung *(Robinson* an den Zellen des Sympathicus, *Ceccherelli* bei künstlich erzeugter Encephalitis). Bei dem Processe der Theilung kann eine Ganglienzelle in eine grössere Anzahl von secundären Zellen zerfallen, die dann in ihrer Gesammtheit noch die ursprüngliche Gestalt der Nervenzelle erkennen lassen (Fig. 60) *(Fleischl)*.

Regeneration von Ganglienzellen an Stellen, wo sie durch irgend einen krankhaften Process zerstört wurden, ist mit grosser Wahrscheinlichkeit auszuschliessen; hingegen ist eine vollständige Neubildung von Ganglienzellen in peripheren Neuromen wiederholt constatirt worden.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass es auch ein krankhaftes Zurückbleiben mancher Ganglienzellen in der Entwickelung, eine mangelhafte Ausbildung derselben gibt, und zwar wahrscheinlich meist in Zusammenhang mit gewissen originären, congenitalen Defecten, z. B. in der Idiotie. *Bevan Lewis* gibt als charakteristisch für solche unentwickelte Zellen an: Der Zellkörper ist undeutlich körnig, färbt sich mit Anilinfarben wenig, wohl aber der meist excentrische Kern. Die Zahl der Fortsätze ist verringert.

Kronthal, Histologisches von den grossen Zellen in den Vorderhörnern. Neurol. Centralblatt 1890. *Altmann*, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Lejpzig 1888. *Virchow H.*, Neurologisches Centralblatt 1888. *Magini*, Alcuni nuovi caratteri delle cellule nervose. R. Akad. d. Lincei 1890. *Schultze M.*, Observationes de structura cellularum fibrarum que nervearum. Bonn 1869, und Stricker's Handbuch 1871. *Retzius*. Biol. Unters. N. F. I. *Koschewnikoff*, Axencylinderfortsatz der Nervenzellen aus der Grosshirnrinde. Archiv f. mikrosk. Anat. 1869. *Beale*, Philosoph. Trans. 1863. *Arnold J.*, Ueber die feineren histologischen Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches. Virchow's Archiv. 32, ibid. 41, und Anat Anzeiger 1890. *Freud S.*, Wr. Sitzungsberichte. 85. Bd. *Wiedersheim*, Anat. Anzeiger 1890. *Samassa*, Anat. Anzeiger 1891. *Fleischl E.*, Ueber die Wirksamkeit der Borsäure auf frische Ganglienzellen. Sitzungs-

bericht d. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 61. Bd. *Chatin*, La cellule nerveuse. Paris 1890. *Adamkiewicz*, Die Nervenkörperchen. Sitzungsbericht der Akad. d. Wissensch. zu Wien. 91. Bd. 1885 und 97. Bd. 1888. *Benda*, Verhandl. d. physiol. Gesellschaft zu Berlin 1886. *Fritsch*, Ueber einige bemerkenswerthe Elemente des Centralnervensystems von Lophius piscatorius. Archiv f. mikrosk. Anatomie. 27. Bd. *Adamkiewicz*, Der Blutkreislauf der Ganglienzelle. Berlin 1886. *Golgi*, Ricerche istologiche sul midollo spinale. Riv. sperim. di freniatria VI, 1880. *Ramon y Cajal*, Sur l'origine des fibres nerveuses de la moelle embryonnaire. Anat. Anzeiger 1890. *Forel*, Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse. Archiv f. Psych. XVIII. Bd. *His W.*, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Abh. d. math.-phys. Classe d. k. sächs. Gesellschaft. d. Wissensch. XIII. Bd. 1886. *His W.*, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Marke. Archiv f. Anat. und Physiol. Anat. Abth. 1889. *Kölliker*, Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes. Sitzungsber. d. Würzburger phys. medic. Ges. 1890 u. Zeitschr. f. wiss. Zool. 51. *Stricker* und *Unger*, Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 80. Bd. 1879. *Rabl Rückhard*, Sind die Ganglienzellen amöboid? Eine Hypothese zur Mechanik psychischer Vorgänge. Neurol. Centralblatt 1890. *Friedmann*, Ueber progressive Veränderungen der Ganglienzellen bei Entzündungen. Archiv f. Psych. 18. Bd. 1888. *Obersteiner*, Ueber Erschütterung des Rückenmarkes. Wr. medic. Jahrb. 1879. *Schaffer K.*, Ueber Veränd. der Ganglienzellen. Neur. Centr. 1891. *Wagner J.*, Ein Beitrag zur Kenntniss der Rückenmarkserkrankung der Paralytiker. Wr. medic. Jahrb. 1884. *Rosenbach P.*, Ueber die durch Inanition bewirkten Texturveränderungen der Nervencentra. Neurol. Centralblatt. 1883. *Hadlich*, Ueber varicöse Hypertrophie des Hauptnervenfortsatzes der grossen Ganglienzellen der Kleinhirnrinde. Virchow's Archiv. 46. Bd. *Friedländer*, Ueber Verkalkung der Ganglienzellen. Virchow's Archiv. 88. Bd. *Schaffer*, Pathologie und pathologische Anatomie der Lyssa. Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie, VII. *Mondino*, Gaz. d'osped. Milano 1885. *Coën*, Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie, II. 1887. *Robinson*, Wr. medic. Jahrb. 1873. *Ceccherelli*, Wr. medic. Jahrb. 1874. *Fleischl*, Wr. medic. Jahrb. 1872. *Bevan Lewis*, A textbook of mental disease. London 1889, pag. 476. *Friedmann M.*, Ueber die degenerativen Veränderungen der Ganglienzellen bei acuter Myelitis. Neurol. Centralblatt 1891. *Schulz R.*, Ueber arteficielle, cadaveröse und pathologische Veränderungen des Rückenmarkes. Neurol. Centralblatt. 1883.

B. Nicht nervöse Bestandtheile.

1. Epithelien.

In letzterer Zeit macht sich immer mehr das Bestreben geltend, die Epithelzellen, welche die Hohlräume des Centralnervensystems auskleiden, den nervösen Elementen anzureihen. Wenn auch eine solche Anschauungsweise gegenwärtig nicht mehr völlig zurückgewiesen werden kann, so muss doch eine unbedingte Einreihung dieser Epithelien unter die nervösen Bestandtheile vorderhand mindestens noch verfrüht erscheinen; wir werden übrigens alsbald auf diese Frage zurückkommen.

Das Centralnervensystem des erwachsenen Menschen stellt das ungünstigste Object für das Studium des Ventrikelepithels dar. Einmal

schon wäre es wegen der grossen Hinfälligkeit dieses Gewebes wünschenswerth, möglichst frische Stücke zu untersuchen, ferner finden wir das in Rede stehende Epithel bei niederen Thieren nicht nur schöner, besser entwickelt als beim Menschen, sondern es scheint auch bei letzterem häufig, wenigstens stellenweise, nach der Kindheit mancherlei Veränderungen einzugehen.

Die Auskleidung der Ventrikel des Gehirns, sowie des spinalen Centralcanales wird bei Thieren durch ein flimmertragendes Epithel besorgt. Die Epithelzellen (Fig. 61) verjüngen sich in ihrem basalen Theile und gehen schliesslich in einen (selten doppelten) Fortsatz über, der zunächst die Längsrichtung der Zelle einhaltend, z. B. beim Frosche, weit in die Nervensubstanz hinein erkennbar ist. Im Rückenmarke des Proteus anguineus konnte *Klaussner* diese Fortsätze bis in die hinteren Nervenwurzeln, andere bis in die vordere Commissur verfolgen.

Am embryonalen Nervensystem kann man, namentlich bei Anwendung der Schnellhärtung von *Ramon y Cajal* (pag. 29) und Silberfärbung nach *Golgi* diese Fortsätze radiär bis an die Peripherie, respective an die Pia mater ziehen sehen; es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch beim Erwachsenen dieses Verhältniss theilweise noch erhalten bleibt. *Golgi* vindicirt dem Epithel des Centralcanales sogar einen sehr beträchtlichen Antheil an der Bildung der interstitiellen Substanz des Rückenmarkes; die fadenförmigen Ausläufer der Cylinderzellen lassen nach ihm auf ihrem Wege zur Peripherie mitunter sehr zahlreiche Verzweigungen erkennen, wodurch ein zusammenhängendes Grundgewebe durch die ganze Breite des Querschnittes gebildet wird.


Fig 61. Ventrikelepithel vom Frosche. Vergr. 200.

An der freien Oberfläche der Epithelzellen sieht man, namentlich in frischem Zustande, bei niederen Thieren aber auch sehr leicht nach der Härtung, frei in die Ventrikelhöhle (respective in den Centralcanal) ragende Cilien. Jede dieser Zellen besitzt einen ovalen, grossen Kern mit einem Kernkörperchen.

Beim erwachsenen Menschen sind die Epithelzellen nicht überall gleich; am besten erhalten sind sie stellenweise im Centralcanale des Rückenmarkes, am Boden des vierten Ventrikels und im Aquaeductus Sylvii. An den anderen Stellen sind sie niederer und dort ist auch das constante Vorkommen von Flimmerhaaren schwerer nachzuweisen, so dass diese von Vielen noch angezweifelt werden. Sie sind fast immer nur in einfacher Lage vorhanden; in der Nähe der Commissura posterior sollen die Epithelzellen auch übereinander geschichtet sein (*Lachi*).

Zusammen mit der Bindegewebsschicht, welcher diese Zellen aufsitzen, bilden sie das sogenannte **Ependym**, daher sie wohl auch als Ependymzellen bezeichnet werden.

Es wird, wie erwähnt, immer wahrscheinlicher, dass das Epithel des gesammten Medullarrohres in innigster histologischer und genetischer Beziehung zu den nervösen Elementen (Zellen und Fasern) stehe. Ein directer Uebergang der Fortsätze von Epithelzellen in Nervenfaserbündel wurde öfter beschrieben; auch zeigen diese Fortsätze mit Gold häufig eine ähnliche Färbung wie die Nervenfasern *(Freud)*.

Zu einer Zeit, wo die Markplatte des Medullarrohres nur eine einfache Epithellage darstellt, bemerkt man bereits zwei verschiedene Arten von Zellen; die einen tragen mehr den Charakter des palissadenförmigen Epithels und wandeln sich späterhin zu den von *His* Spongioblasten genannten Elementen um; die innersten dieser Spongioblasten erhalten später ein Flimmerepithel; sie bilden die Auskleidung des Centralcanales und der Ventrikel. Zwischen den Spongioblasten, und von ihnen deutlich unterscheidbar, finden sich aber rundliche Zellen, Keimzellen, welche durch Theilung die von *His* Neuroblasten genannten Elemente bilden. Das Protoplasma dieser letzteren — die als erste Anlage der Ganglienzellen zu betrachten sind — streckt sich dann nach einer Seite hin zu einem anfangs kurzen, dann aber länger werdenden Fortsatz, dem Axencylinderfortsatze. Während dieser Umwandlung zu Neuroblasten, theilweise auch schon früher, verlassen die Keimzellen die innerste Lage des nunmehr bereits verdickten Medullarrohres und rücken nach und nach mehr nach aussen.

Es lässt sich also nicht leugnen, dass die Nervenzellen und die Epithelzellen des Centralcanales und der Ventrikel aus derselben Uranlage, dem Neuroepithele, hervorgehen; sehr früh aber schon scheiden sich beide Sorten von Zellen voneinander.

Klaussner, Das Rückenmark d. Proteus anguineus. Sitzungsbericht d. k. bayer. Akad. d. Wissensch. XIV. Bd. 1883. *Golgi*, Anat. Anzeiger 1890. *Ramon y Cajal*, Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses. Anat Anzeiger 1890. *His*, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Marke. Archiv f. Anat. und Physiol. Anat. Abth. 1889.

2. Blutgefässe.

Die Structur der Gefässe im Inneren der Gehirnsubstanz kann man am besten studiren, wenn man Stücke des Gehirns (die nicht sehr klein sein sollen, etwa von der Grösse einer Nuss oder auch

darüber) frisch in eine sehr schwache, weingelbe Lösung von doppeltchromsaurem Kali einlegt und sie dort ein bis zwei Tage lang maceriren lässt. Es ist gut, sowohl ein Stück Hirnrinde mit centraler Markmasse, als auch ein Stück aus den basalen Ganglien zu nehmen. Man kann dann mittelst zweier Nadeln die leicht aufzufindenden Gefässe unter Wasser ohne Schwierigkeit aus der umgebenden Substanz herauslösen. Es gelingt auf diese Weise, ganze Gefässäste mit ihren Verzweigungen unverletzt darzustellen.

Das rein herauspräparirte Gefäss kann nun gleich in einem Tropfen destillirten Wassers oder sehr stark verdünnten Glycerins untersucht werden; die gewöhnlichen Zusatzflüssigkeiten, namentlich reines Glycerin oder auch stärkere Salzlösungen, sind zu vermeiden, weil dadurch die einzelnen Häute der Gefässe schrumpfen, sich aneinander legen und nicht mehr deutlich erkannt werden können. Man kann auch das Blutgefäss für mehrere Stunden in eine Lösung von Pikrokarmin oder in irgend eine andere Färbeflüssigkeit, z. B. in eine wässerige Lösung von Bismarckbraun 1:300 *(Löwenfeld)* legen und, nachdem es gut ausgewaschen ist, unter Wasser untersuchen; in diesem Falle treten die verschiedenen Kerngebilde des Gefässes in der Regel sehr klar hervor. — Solche Wasserpräparate erhalten, nachdem der Rand des Deckgläschens gut abgetrocknet ist, eine nach mehreren Tagen zu erneuernde Umrahmung von Damarlack und können sich so jahrelang unverändert erhalten. Noch haltbarer sind derartige mit sehr schwachem Glycerin behandelte Präparate. Nur für gewisse normale oder pathologische Structurverhältnisse ist es nothwendig, die Gefässe an Schnittpräparaten nach vorhergegangener Härtung zu studiren.

Die Blutgefässe im Inneren des Centralnervensystems zeichnen sich durch einige Eigenthümlichkeiten der Structur vor den zu anderen Organen gehörigen Gefässen aus; namentlich betrifft dieser Unterschied das Verhalten der Tunica adventitia.

Es erscheint nothwendig, Arterien, Venen und Capillaren einer gesonderten und eingehenden Besprechung zu unterziehen.

Eigentliche Lymphgefässe finden wir im Gehirn und Rückenmark nicht. Die Lymphwege stellen hier Spalträume dar, die zwischen den Gewebselementen nachgewiesen werden können. Besonders werden wir diesbezüglich kennen lernen: im Bereiche der Gefässe die adventitiellen und die perivasculären Lymphbahnen und um die Nervenzellen die pericellulären Lymphräume. Ein weiteres System von Lymphspalten dürfte in Beziehung stehen zu den bindegewebigen Zellen des Stützgewebes, perigliäre Lymphräume. *Rossbach* und *Sehrwald* haben gezeigt, dass alle diese Lymphspalten bei Anwendung einer der

beiden *Golgi*'schen Färbemethoden zum deutlichsten Ausdruck gelangen, indem der Niederschlag des Metallsalzes eben innerhalb dieser Gewebsräume stattfindet. *Kronthal* macht auf feinste, kerntragende Gefässe im Gehirn aufmerksam, deren Lumen so enge ist (2·5 μ), dass sie für Blutkörperchen, deren Durchmesser 7 μ beträgt, nicht mehr passirbar sind, und die man daher für Lymphgefässe halten kann.

Wahrscheinlich stehen auch die bindegewebigen Spinnenzellen, welche wir überall in der Nervensubstanz finden, in inniger Beziehung zum Lymphstrom (vgl. pag. 199).

Ein grosser Lymphraum umgibt das ganze Gehirn, zwischen Gehirn und Pia mater — epicerebraler Lymphraum.



Fig. 62. Eine mittelgrosse Arterie aus dem Gehirn, derartig gerissen, dass die einzelnen Schichten stellenweise frei hervorragen. *a* Endothel, *b* Membrana fenestrata, *c* Tunica muscularis, *d* Adventitia, *e* Pigment. Vergr. 300.

a) Arterien.

An den Arterien der Gehirnsubstanz lassen sich, mit Ausnahme derjenigen kleinsten Calibers, vier Schichten unterscheiden, welche — von innen nach aussen — als Endothel, Membrana fenestrata, Tunica muscularis und adventitielle Scheide bezeichnet werden können. Im hohen Grade wahrscheinlich ist es, dass der für das Gefäss bestimmte Canal in der Gehirnsubstanz auch noch mit einer zarten Begrenzungsmembran ausgekleidet ist, welche aber beim Herauspräpariren des Gefässes am Gehirn haften bleiben muss, da sie dort, wie wir später sehen werden, sehr innig befestigt ist.

Das **Endothel** (Fig. 62 *a*) ist ein sehr zartes Häutchen, das aus einer einfachen Lage länglicher Zellen gebildet wird, deren Grenzen durch Silberimprägnation sichtbar gemacht werden können. Die Kerne der Endothelzellen sind oval oder wetzsteinförmig, sämmtlich mit ihrer Längsaxe nach der Verlaufsrichtung der Gefässe gestellt. An diesen Zellkernen oder auch theilweise in sie eindringend sieht man häufig ein kleines, stark lichtbrechendes Körnchen von unbekannter Bedeutung.

Hat man das Endothelhäutchen durch Zerzupfen des Gefässes frei präparirt, so bekommt man leicht Bilder, als ob die Kerne zu Spindelzellen mit langen Fortsätzen gehören würden. Doch sind diese scheinbaren Fortsätze nur Faltungen der äusserst zarten Endothelmembran.

Die **Membrana fenestrata** (Fig. 62 *b*), dem Endothel enge anliegend, wenn auch nicht mit ihm innig verklebt, ist eine derbe elastische Membran, welche grosse Tendenz zeigt, sich in Längsfalten zu legen. Sie enthält keine Kerne oder zelligen Bestandtheile und erscheint bei starker Vergrösserung mit zahlreichen hellen Pünktchen (Löchern?) besetzt; sie ist es auch, welche den grösseren Arterien, an denen sie studirt werden muss, ihr charakteristisches längsstreifiges Aussehen verleiht. Obwohl noch in den kleineren Arterien nachweisbar, nimmt sie doch mit deren Caliber an Mächtigkeit rasch ab, um in den kleinsten Arterien und Uebergangsgefässen gänzlich zu schwinden.

Spindelförmige, glatte Muskelfasern legen sich innig an die Aussenseite der Membrana fenestrata an und bilden dadurch die



Fig. 63. Eine kleine Arterie aus dem Gehirn. An der Adventitia mehrere Pigmenthäufchen. Vergr. 150.



Fig. 64. Eine kleine Vene aus der Gehirnsubstanz. An dem feinen Seitenaste *a* eine Anhäufung von Fettkörnchen, an *b* eine leichte spindelförmige Verdickung. Vergr. 150.

Muskelschicht, **Tunica muscularis** oder **media** (Fig. 62 *c*). Diese Muskelfasern sind ausnahmlos circulär, transversal gelagert, daher auch ihr länglicher, spindelförmiger Kern senkrecht zur Längsaxe der Gefässe gestellt erscheint. Die Kerne des Endothels und der Muskelfasern kreuzen sich demnach unter rechtem Winkel (Fig. 62 und 63). — Nach aussen zu erscheint die Muskelschicht deutlich gekerbt als Ausdruck der einzelnen prominirenden Muskelfasern. Während in den grösseren Arterien mehrere Schichten von Muskelfasern übereinander gelagert sind und die Gefässwand hauptsächlich diesem Umstande ihre Dicke verdankt, besitzen die feineren Gefässe nur mehr eine einfache Muskellage. Mit der zunehmenden Verkleinerung der Arterie ändern sich die einzelnen Muskelspindeln in der Weise, dass sie kürzer und breiter werden; gleichzeitig wandelt sich auch die Form ihres Kernes in demselben Sinne um. — Dadurch wird erreicht,

dass eine einzige Muskelfaser genügt, um eine längere Strecke des Gefässes zu bedecken, während andererseits wegen des geringen Umfanges desselben eine bedeutende Länge der Faser nicht mehr am Platze wäre.

An sehr grossen intracerebralen Arterien kann man mitunter Längsbündel von Bindegewebe beobachten, die der Muscularis aussen anliegen. Meist aber findet man die Muskelschicht frei in einen Hohlraum hineinragen; denn nun folgt nach aussen eine vollkommen selbstständige Scheide, die **adventitielle Gefässscheide** oder kürzer **Adventitia** (Fig. 62 *d* und 63). Hat man sie von den übrigen Gefässhäuten isolirt, so erscheint sie als ein bindegewebiges, zartes Häutchen, mit zer-



Fig. 65. Eine Arterie aus der Grosshirnrinde. Schnittpräparat. Man sieht von dem Gefässe zahlreiche feine Fasern in die Hirnsubstanz einstrahlen. Vergr. 80.



Fig. 66. Perivasculäre und pericelluläre Lymphräume. Schnittpräparat aus dem Ammonshorne, Karminfärbung. *a* Capillargefäss in einem perivasculären Lymphraum, der pericelluläre Raum der Zelle *b* geht direct in jenen über; im pericellulären Raum der Zelle *c* zwei Lymphkörperchen. Vergr. 150.

streuten, runden oder ovalen Kernen besetzt. Diese Kerne zeigen häufig an ihrer Peripherie eine merkliche protoplasmatische Körnung. Manche Untersucher wollen mittelst Silberbehandlung an der Adventitia (sowohl an der Innen- als auch an der Aussenseite) Endothelzellen nachgewiesen haben. Dem adventitiellen Häutchen sind regelmässig Körnchen von Pigment, seltener auch von Fett aufgelagert, worüber später ausführlicher die Rede sein wird (Fig. 62 *e* und Fig. 63).

An Schnittpräparaten gehärteter Gehirne, namentlich von Thieren, sieht man häufig lange, starre Bindegewebsfasern die Nervensubstanz durchziehen und an die äussere Schicht eines Gefässes sich mit einer trichterförmigen Erweiterung ansetzen. Gar nicht selten kann man einen solchen Bindegewebsfaden nach der anderen Seite hin bis zu

einer sternförmigen Bindegewebszelle verfolgen (vgl. später Fig. 84). Da die Adventitia bei der Härtung sich der Muscularis enge anlegt und andererseits an den sorgfältigst isolirten frischen Präparaten derartige Fortsätze nicht erhalten werden können, muss angenommen werden, dass ausser der Adventitia noch eine mit der Gehirnsubstanz innig verbundene **Begrenzungsmembran** existirt. Gerade an solchen Schnittpräparaten, welche in den übrigen Beziehungen als wenig gelungen zu betrachten sind, kann man gelegentlich diese Bindegewebsanheftungen in grosser Anzahl und auffallend regelmässig angeordnet deutlich sehen (Fig. 65).

Zwischen Adventitia und Muscularis befindet sich ein beträchtlicher Hohlraum, der an jeder isolirten Arterie sehr leicht zu sehen ist, der adventitielle Lymphraum (*Virchow-Robin*'scher Raum). Nach aussen von der Adventitia besteht ebenfalls ein Spatium bis zur Begrenzungsmembran hin, perivasculärer oder *His*'scher Lymphraum. Es handelt sich hier selbstverständlich nur um Lymphräume im weiteren Sinne, um Spalträume, die als Wurzeln der Lymphgefässe angesehen werden dürfen. Diese Spalträume, namentlich der perivasculäre, vermitteln den für einen lebhaften Stoffwechsel nothwendigen Säfteaustausch bis zu den verschiedenen nervösen Elementen hin.

An besonders glücklichen Injectionspräparaten (vom Neugeborenen) kann man sich überzeugen, dass vom perivasculären Raume her Gewebsspalten injicirbar sind, welche jede Ganglienzelle umgeben: pericelluläre Räume. Diese pericellulären Räume sind auch an dünnen Schnittpräparaten sichtbar, gelegentlich findet man ihre Communication mit den perivasculären Räumen (Fig. 66). An die äussere Wand des pericellulären Raumes findet man mitunter einen schmalen halbmondförmigen Körper angedrückt, den *Friedmann* als Kern einer endothelialen Auskleidungszelle (Randzelle) ansieht. Ein feines Netzwerk, ausgehend vom Stützgewebe der grauen Substanz soll (*Paladino*) den pericellulären Raum durchsetzen und sich an die Ganglienzelle anlegen; um dieses äusserst feine Netz darzustellen, kommen kleine Stückchen des im Chromsalze gehärteten Rückenmarkes in eine mit Salzsäure schwach angesäuerte 1 pro mille Lösung von Chlorpalladium; nach mehreren Tagen überträgt man sie in eine 4procentige wässerige Lösung von Jodkalium, in welcher sie mindestens 24 Stunden zu verweilen haben: Entwässern in Alkohol, Durchtränken mit Paraffin.

Wir haben bereits erfahren (pag. 168), dass *Kölliker* ein ähnliches Fasernetz um die Ganglienzellen herum gesehen hat, es aber für nervös hält.

Bei Anwendung der Silber- oder Sublimatfärbung nach *Golgi* bekommt man nicht selten auch die perivasculären Lymphräume mit dunklen Massen erfüllt zu sehen; hauptsächlich werden aber, wie erwähnt, die pericellulären und perigliären Lymphräume deutlich, sowie die von ihnen abzweigenden feinen Spalten, welche sich häufig in einen perivasculären oder in den epicerebralen Lymphraum eröffnen (*Rossbach* und *Sehrwald*).

Wenn die Härtung auch häufig durch Gewebsschrumpfung eine Vergrösserung der pericellulären und perivasculären Räume bedingt, so sind sie doch präformirte Gewebsspalten, was auch schon daraus hervorgeht, dass man in ihnen, namentlich um grössere Zellen herum, oft ein oder mehrere freie Lymphkörperchen vorfindet. Es ist wahrscheinlich, dass durch An- und Abschwellen der Gehirnsubstanz das Lumen des von der Begrenzungsmembran ausgekleideten Canales auch unter normalen Verhältnissen sehr zahlreichen Schwankungen unterliegen kann; im Inneren dieses Canales aber ist weiterhin das wechselseitige Querschnittsverhältniss zwischen Gefässlumen, adventitiellem und perivasculärem Lymphraume ebenfalls ein fortgesetzt wechselndes; so kann beispielsweise eine Erweiterung des Arterienlumens nur auf Kosten der beiden äusseren Lymphbahnen oder wenigstens einer derselben zu Stande kommen.

b) Venen (Fig. 64).

An ihnen lassen sich nur drei Schichten gut voneinander trennen. Das Endothel unterscheidet sich von der arteriellen inneren Gefässauskleidung dadurch, dass seine Kerne weniger regelmässig gestellt und meist mehr rundlich sind.

Die zweite Schicht, welche die eigentliche Venenwand bildet, besteht aus einer Bindegewebslage mit ziemlich zahlreichen, unregelmässig vertheilten Kernen; auch einzelne glatte Muskelfasern finden sich, namentlich in grösseren Venen.

Die adventitielle Lymphscheide stellt sich als eine zarte Membran dar, die im Wesentlichen den bei den Arterien beschriebenen Bau zeigt. Auf einzelne Differenzen wird später hingewiesen werden. Es darf angenommen werden, dass auch der für die Venen bestimmte Canal in der Gehirnsubstanz durch eine Begrenzungsmembran ausgekleidet ist.

c) Capillaren (Fig. 67).

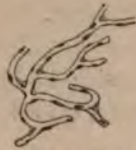


Fig. 67. Isolirte Capillaren aus der Hirnrinde. Vergr. 100.

Man kann dieselben als eine Fortsetzung des arteriellen, respective venösen Endothelhäutchens auffassen, welches nur mehr von der enge anliegenden adventitiellen Lymphscheide umgeben wird; ersteres hat übrigens unter Umständen mit seiner Selbständigkeit auch eine grössere Stärke erlangt, als es an den Arterien und Venen besitzt.

d) Fett und Pigment an der Adventitia der Hirngefässe.

Es wurde schon oben bemerkt, dass man an der Adventitia der kleinen Hirngefässe regelmässig Pigment- und Fettkörnchen anzutreffen vermag. Dieses normale Vorkommen bedarf aber noch einer näheren Auseinandersetzung.

Das Gehirn Neugeborener ist überall durchsetzt von zahlreichen grossen, mit Fetttröpfchen erfüllten Zellen (Fettkörnchenzellen), welche dazu bestimmt sein dürften, das Material für die Markbildung der weissen Nervenfasern herbeizuschaffen. Derartige Fettkörnchenzellen finden sich auch an den Gefässen, an deren adventitieller Scheide sie hängen geblieben sind und sich festgesetzt haben. Auch bei Kindern in den ersten Lebensjahren sieht man noch dieselbe Anlagerung von Fett an der Adventitia; allein nach dem fünften Jahre, gelegentlich auch schon früher, bemerkt man, dass einzelne der Fettkörnchen, namentlich an den Arterien, eine deutliche gelbe Farbe annehmen, sich in Pigment umwandeln.

Beim Erwachsenen endlich können wir mit Sicherheit darauf rechnen, an der Adventitia der Arterien entweder vereinzelte kleine oder zahlreiche und auch grössere, gelbe bis gelbbraune, unregelmässige, glänzende Pigmentkörnchen anzutreffen. Durch die verschiedensten Reagentien, speciell durch concentrirte Schwefelsäure, wird dieses Pigment gar nicht alterirt. Osmiumsäure verleiht ihm, namentlich wenn es hell ist, einen leichten Stich ins Graue.

Anders verhält sich die Adventitia der Venen. An diesen ist Pigment nur in geringer Menge vorhanden, hingegen findet sich daselbst Fett nahezu in jedem daraufhin untersuchten Gehirn. Dasselbe kann in der Form kleiner Fetttröpfchen unregelmässig über die Adventitia zerstreut sein; sehr oft aber trifft man auch auf vollständige Fettkörnchenzellen, die sich bei schwacher Vergrösserung als dunkle Flecken an den Gefässen darstellen. Die Fettkörnchen und

Fettkörnchenzellen können vereinzelt an der Adventitia zerstreut stehen, oder aber einen continuirlichen Ring um das ganze Gefäss bilden (Fig. 64), welcher nicht selten eine grössere spindelförmige Erweiterung des Gefässes vortäuscht.

Wir müssen annehmen, dass dieses Fett an der Adventitia der kleinen Gehirngefässe noch aus der embryonalen Periode mit herübergeschleppt wird; dasselbe wird weiterhin, namentlich an den Stellen des regeren Stoffwechsels, nämlich an den Arterien, in Folge eines chemischen Vorganges, der höchst wahrscheinlich ein Oxydationsprocess ist, in Pigment umgewandelt. Dieses letztere stammt also nicht, wie von Vielen angenommen wird, aus dem Blutpigmente, von dem es sich durch sein chemisches Verhalten wesentlich unterscheidet, und hat ebenso wie das Fett an dieser Stelle die Bedeutung eines normalen Vorkommens. Um die Venen herum findet eine derartige Verbrennung des Fettes zu Pigment, in Anbetracht der Sauerstoffarmuth des venösen Blutes, nur in sehr geringem Masse statt.

e) Krankhafte Veränderungen an den kleinen Hirngefässen.

Bei der Beurtheilung pathologischer Veränderungen an den kleinen Gehirngefässen muss zunächst immer festgestellt werden, welche Schicht der Gefässwandung die erkrankte ist, da die Bedeutung eines Processes ganz verschieden sein wird, je nachdem er z. B. die Adventitia oder die Muscularis befällt.

Es kann übrigens bemerkt werden, dass man nicht selten in sonst anscheinend normalen Gehirnen, selbst bei dem Mangel jedweder krankhaften Erscheinung in vivo, Alterationen der Gefässwandungen antrifft, die doch als pathologisch angesehen werden müssen, wenn sie auch die Ernährung des Gehirns noch nicht in merkbarer Weise zu schädigen vermochten.

Als Residuum stattgehabter Blutungen — vielleicht auch in Folge andauernder Hyperämien — findet man an der Adventitia ein körniges Pigment, welches mit dem normalen Arterienpigmente gelegentlich verwechselt werden könnte. Dieses **Hämatoidin** unterscheidet sich aber von letzterem durch mehrere Eigenthümlichkeiten in unzweifelhafter Weise: die Farbe des Hämatoidin ist mehr rothbraun, es zeigt oft die Tendenz, in rhombischen Säulen (Fig. 68) zu krystallisiren, welche Krystalle dann, auch häufig zu mehreren, in Fettkörnchenzellen stecken können; in der Regel findet sich ähnliches Blutpigment auch in der umgebenden Hirnsubstanz. Sollten aber diese Kennzeichen nicht hinreichen, so besitzen wir in der chemischen

Reaction ein untrügliches Erkennungsmittel; denn bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure (oder anderen Mineralsäuren) geht dieses Pigment Farbenvariationen in Grün, Blau oder Violett durch und löst sich schliesslich langsam auf. — Man kann sich von dieser Reaction am leichtesten überzeugen, indem man ein hirsekorngrosses Stück aus der Wand einer hämorrhagischen Cyste oder aus einer solchen Narbe (auch nach vorhergegangener Härtung in chromsauren Salzen) auf einem Objectträger ohne weiteren Zusatz verkleinert, und sobald die Stückchen merklich einzutrocknen beginnen, einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure zusetzt. Schon für das nackte Auge machen sich bald die blaugrünen Flecke bemerkbar.



Fig. 68. Zellen mit Hämatoidinkrystallen aus der Wand eines alten apoplektischen Herdes. Vergr. 200.



Fig. 69. Eine mittelgrosse Arterie aus dem Streifenhügel mit zahlreichen Pigmentzellen in der Adventitia. Vergr. 80.



Fig. 70. Capillargefäss bei Melanämie. Vergr. 200.

Eine eigenthümliche Form von Pigment wird mitunter an der Adventitia jener grösseren Gefässe angetroffen, die an der Basis des Gehirns eintreten. Man findet dort langgestreckte Zellen mit mehreren dicken, knotigen Fortsätzen, welche ganz mit dunkelbraunem Pigment erfüllt sind; nur der Kern erscheint meist als helle, wie mit dem Locheisen ausgeschlagene Lücke (Fig. 69). Daneben sieht man auch viele runde, einzelne oder zu Ketten vereinigte **Pigmentzellen.** Die gleichen Zellen findet man dann auch als normale Vorkommnisse an den inneren Hirnhäuten der Gehirnbasis, namentlich an der Vorderfläche der Medulla oblongata; es kommt ihnen demnach keinerlei pathologische Bedeutung zu, sie sind nur eine Strecke weit, von den Meningen her, ins Innere des Gehirns hinein geschleppt worden.

Hier möge noch eine vierte Form von Pigment Erwähnung finden, welche nicht, wie die bereits abgehandelten, der Adventitia allein zukommt, sondern, aus dem Blute stammend, nur gelegentlich sich auch in jener festsetzt. Dieses Pigment, **Melanin**, findet man bei Personen, welche an heftigen Intermittensanfällen gelitten haben. Es erscheint bei gewöhnlicher Präparation in der Form schwarzer, meist sehr feiner Körnchen (Fig. 70), die in den rothen Blutkörperchen enthalten sind, im Gehirn nur selten an den Gefässwandungen haften, ausserhalb der Gefässe aber nur höchst ausnahmsweise zu sehen sind und einzig und allein die bei solchen Individuen so auffällige grauliche Verfärbung der Gehirnsubstanz verursachen.



Fig. 71. Verfettung der Muscularis einer Hirnarterie. Vergr. 150.



Fig. 72. Verkalkung der Muscularis einer Hirnarterie. Vergr. 150.



Fig. 73. Verkalkung von Hirnarterien mit Einschluss der Adventitia. Vergr. 150.

Gegen Chemikalien verhält sich auch dieses Pigment sehr resistent. Man findet auch nicht selten Stellen, an denen gröbere derartige Partikelchen zur Embolisirung, eventuell mit dadurch bedingter Gefässzerreissung geführt haben.

Die **Fettansammlung** an der Adventitia kann auch pathologische Bedeutung gewinnen, so beispielsweise in Erweichungsherden des Gehirns oder des Rückenmarkes. Im Wesen handelt es sich, wie unter normalen Verhältnissen, um die Anlagerung von Fettkörnchenzellen an die Adventitia; doch kann in solchen Erkrankungsherden die Menge des angelagerten Fettes, namentlich an den Arterien, die Grenzen des Normalen so weit übersteigen, dass die Gefässe schon dem unbewaffneten Auge als dicke, gelblichweisse Stränge erscheinen.

Ein wesentlich verschiedenes Bild bietet die **Verfettung der Muscularis** dar (Fig. 71). In einem frühen Stadium dieses Zustandes

zeigen sich zwischen den Muskelfasern der Arterien einzelne kleinste hellglänzende Fetttröpfchen; weiterhin erfüllen diese die Muskelfasern selbst, sie sehen wie bestaubt aus, die Kerne werden undeutlich und endlich ist die ganze Muskelschicht in ein trübes, gelblich gefärbtes Rohr verwandelt, welches von der ganz intacten Adventitia eingescheidet wird. Trotzdem durch einen solchen Entartungsprocess in der Media dieselbe ihre Elasticität und Widerstandsfähigkeit eingebüsst haben muss, kann man doch auch an ganz gesunden Gehirnen, selbst jüngerer Personen, mitunter derartige Arterien antreffen. Dass aber damit eine Tendenz zu Gefässzerreissungen und Hirnblutungen gegeben wird, muss unbedingt angenommen werden.

Verkalkung der Gefässe wird auch nicht selten angetroffen; sie kann aber unter verschiedenen Formen auftreten. Häufig ist die einfache Verkalkung der Media (Fig. 72), auch bei gesunden Individuen, sogar bei Kindern kommt sie vor. — Entweder liegen der Muscularis nur einzelne Kalkschollen auf oder aber sie ist in ein starres, ganz verkalktes Rohr verwandelt, welches in der vollständig unveränderten Adventitia steckt. Schon makroskopisch sehen solche verkalkte Gefässe wie feine, weisse Nadeln aus, beim Druck mit der Präparirnadel knirschen sie; häufig sieht man unter dem Mikroskope das Kalkrohr in einzelne scharfeckige Stücke zerbrochen. Man kann, um in der Diagnose ganz sicher zu gehen, einen Tropfen Schwefelsäure zufliessen lassen, durch welche die Kohlensäure des Kalkes in Bläschenform ausgetrieben wird.

Die zweite Form von Gefässverkalkung scheint grössere pathologische Bedeutung zu haben. Sie geht entweder gleich von der Adventitia aus, oder greift wenigstens auf dieselbe über, ja die Wucherung verkalkter, kugeliger, kolbiger Gebilde kann sich noch weiter in die Gehirnsubstanz hinein fortsetzen (Fig. 73). Vorzüglich die höheren Grade dieses Processes kommen nur neben anderweitigen Erkrankungen des Gehirns vor.

Verkalkung des Capillarnetzes trifft man mitunter auf umschriebene Gebiete beschränkt an, z. B. in der Körnerschicht des Kleinhirns.

Bindegewebige, vorzüglich die Media betreffende Wucherung der Gefässe wird besonders häufig an Venen gefunden. Anfänglich ist das Gefässlumen nicht verändert, während der Umfang des Gefässes zunimmt; dabei können sowohl das Endothel, als auch die Adventitia noch intact bleiben. Es kommt so zur Bildung **spindelförmiger Hypertrophien** (Fig. 64 und 74), namentlich an solchen Stellen, wo von einem grossen Gefässe bedeutend dünnere Aestchen nahezu unter rechtem Winkel abgehen, so beispielsweise an den Zweigchen der

grossen Venen in den basalen Hirntheilen, ferner auch an jenen von den Meningealarterien abgehenden feinen Aestchen, welche nur für die oberste Lage der Hirnrinde bestimmt sind *(Neelsen)*. — Beim weiteren Fortschreiten des Processes geht aber das Lumen des Gefässes verloren, es obliterirt; die Adventitia wird mit in den Process hineinbezogen und der vor dieser Stelle gelegene Theil des Gefässes, der nun ausser Function gesetzt ist, atrophirt zu einem dünnen,



Fig. 74. Gehirnvene mit spindelförmiger Hypertrophie der Seitenästchen, die zur Obliteration geführt hat. Vergr. 150.



Fig. 76. Atheromatöse Degeneration der Intima einer Gehirnarterie. Man sieht die dunkeln Stellen nur bis an die Muscularis heranreichen; letztere erscheint hier als heller gekerbter Saum, da (zum Unterschiede von Fig. 75) hier die Axe des Gefässes, dort die Oberfläche scharf eingestellt ist. Vergr. 150.



Fig. 75. Pseudohypertrophie der Muscularis einer Gehirnarterie. Vergr. 150.

bindegewebigen Faden (Fig. 74). Allerdings sind solche Gefässobliterationen am häufigsten an den Venen und in atrophischen, alten Gehirnen; nach dem 50. Jahre können sie aber auch an den Arterien fast in jedem Falle gefunden werden; allein sie fehlen oft auch in jugendlichen, kindlichen Gehirnen nicht vollständig.

Eine sehr beträchtliche bindegewebige Hypertrophie der Gefässwandung, wobei aber das Lumen mitunter sogar nicht unbedeutend erweitert wird, trifft man in sklerosirenden Stellen des Nervengewebes oder

auch in Folge von Reizzuständen, z. B. bei Entzündungen und Tumoren.

Im Gehirne von Thieren, welche an Lyssa zugrunde gegangen waren, fand *Golgi* zahlreiche Karyomitosen in den Kernen der Gefässmuskeln; in geringer Anzahl konnte er übrigens gleichzeitig solche Theilungsfiguren auch in den Bindegewebs-, Epithel- und Nervenzellen im Bereiche des gesammten centralen Nervensystems beobachten.

Eine besondere und, wie es scheint, für das Zustandekommen von Blutungen wichtige Degenerationsform der Muscularis ist die **Pseudohypertrophie** (granulöse Degeneration). Es sind zunächst nur Gruppen weniger nebeneinanderliegender Muskelfasern, in denen rundliche, feinste Körnchen auftreten; die Körnung nimmt nach und nach zu, benachbarte Muskelfasern verschmelzen miteinander und es bildet sich ein opaker Herd, häufig von der Form eines Keiles, dessen Basis wulstartig ein wenig über die äusseren Grenzen der Media hervorragt (Fig. 75). Im späteren Verlaufe kommt es zu vollständigem körnigen Zerfall der Muscularis in grösserer oder kleinerer Längenausdehnung *(Löwenfeld)*.

Fettig-atheromatöse Degeneration der Intima erkennt man an der Anwesenheit dunkler körniger Flecken im Inneren des Gefässes, welche der Muscularis zwar enge anliegen, allein dieselbe doch nach aussen zu deutlich erkennen lassen (Fig. 76). Durch Druck auf das Deckglas gelingt es oft, diese atheromatösen Schollen von ihrer Unterlage loszulösen, worauf sie im Gefässe weiter schwimmen, bis sie etwa an einer Theilungsstelle wegen des geringen Lumens stecken bleiben. Auf diese Weise kann man die Embolisirung einer kleinen Arterie von dem Augenblicke des Freiwerdens der embolisirenden Masse an verfolgen. Letztere zeigt bei stärkerer Vergrösserung in einer amorphen Masse zahlreiche glänzende Fettkörnchen. In vielen Fällen von Hirnhämorrhagie finden sich solche atheromatöse Entartungen der Intima, womit nicht ausgeschlossen ist, dass sie auch in anderen Gehirnen, namentlich in älteren, vorkommen.

Als **Colloidentartung** der Gefässe wird ein, namentlich im Rückenmarke nicht gar seltener, krankhafter Vorgang an den Gefässen bezeichnet, wobei ihre Wandung in eine glänzende, glasige Masse verwandelt wird, die sich meist mit Karmin intensiv färbt. Doch werden unter dem Namen der colloiden Gefässdegenerationen verschiedene, wenn auch ähnliche Processe beschrieben, die durch gewisse abweichende chemische Reactionen sich voneinander unterscheiden.

Krankhafte **Erweiterungen** des Gefässlumens kommen, namentlich als partielle, unter verschiedenen Formen vor. Bei chronischen Geistes-

kranken, vorzüglich in der progressiven Paralyse, kann man die paralytische Dilatation der kleinen Arterien antreffen; sie kennzeichnet sich (Fig. 77) durch eine auffallende Unregelmässigkeit im Caliber des Gefässes; die Muscularis bildet eine rosenkranzartige Succession von nicht sehr bedeutenden Erweiterungen und Verengerungen. Mangelhafte, ungleichmässige Innervation, partielle Parese der Gefässwandung oder aber Ateriosklerose sind die Ursachen dieser Veränderung. Ein höherer Grad derselben führt zur Bildung von **Miliaraneurysmen**, die allerdings auch auf andere Weise entstehen können *(Löwenfeld)*. Grössere oder kleinere aneurysmatische Erweiterungen werden namentlich in der Umgebung apoplektischer Herde angetroffen; es wäre aber irrig anzunehmen, dass alle Hirn-



Fig. 77. Rosenkranzartige Erweiterung einer grösseren Gehirnarterie. Vergr. 50.



Fig. 78. Miliaraneurysmen kleinster Arterien, theilweise mit Blut erfüllt. Vergr. 50.



Fig. 79. Aneurysmata dissecantia aus der Nähe eines apoplektischen Herdes. Vergr. 50.

blutungen auf Berstung von solchen miliaren Aneurysmen zurückzuführen sind (Fig. 78). Die kleinen Aneurysmen in der Nähe von apoplektischen Herden sind sehr häufig nur dadurch entstanden, dass nach Berstung der inneren Häute das ausgetretene Blut sich in den Adventitialscheiden weiter ausbreitet (Aneurysmata dissecantia) und dieselben ungleichmässig ausdehnt (Fig. 79).

Die echten Miliaraneurysmen findet man gewöhnlich an den kleinen Arterien und den Uebergangsgefässen. Je zahlreicher sie auftreten desto kleiner pflegen sie zu sein. Meist sind sie kugel- oder spindelförmig und sitzen dem Gefässe gerne seitlich an, mitunter mit einem Stiele. An den kleinen Gefässen im Rückenmarke sind solche Miliaraneurysmen äusserst selten *(Hebold)*.

Auch die **Adventitia** kann streckenweise **erweitert** sein; so findet man einzelne recht beträchtliche sackförmige Dilatationen auch in

ganz gesunden Gehirnen. Wenn sie eine gewisse Grösse überschreiten, so bilden sie schon makroskopisch auffallende Lücken im Gehirngewebe, die als **Lymphcysten** aufzufassen sind (Fig. 80). Sind solche Dilatationen der Adventitia zahlreich und über längere Strecken des Gefässes ausgedehnt, dann erscheint die Gehirnsubstanz makroskopisch am Durchschnitte siebartig durchlöchert, daher dieser Zustand als État criblé bezeichnet wird. — Ganz das gleiche Bild kann bei normalen adventitiellen Räumen auch durch primäre Erweiterung der perivasculären Spalten, in Folge von Schrumpfung des Nervengewebes entstehen.



Fig. 80. Ampulläre Erweiterung des adventitiellen Lymphraumes einer Gehirnarterie. Vergr. 50.



Fig. 81. Anfüllung des adventitiellen Lymphraumes mit lymphoiden Zellen. Vergr. 100.

Cystenbildung findet sich vornehmlich in der grauen Substanz, siebförmige Degeneration in der weissen.

Neubildung von Gefässen wurde wiederholt beschrieben, und zwar hauptsächlich in der Substanz der Grosshirnrinde. Da für derartige relativ grosse Objecte, wie sie die Gefässe darstellen, kein Raum vorbereitet ist, so könnte eine solche, durch Sprossung aus den präexistirenden Gefässen entstandene Wucherung nur auf Kosten der anderen Gewebselemente stattfinden. In vielen derartigen Fällen handelt es sich aber sicher nicht um eine Gefässneubildung, sondern die sonst leicht zu übersehenden Capillarschlingen treten nur in Folge einer stärkeren Anfüllung mit Blut deutlicher hervor.

Auch der **Inhalt des adventitiellen Lymphraumes** verdient besondere Beachtung.

Wenn das Deckglas ein frisch isolirtes Gefäss drückt und dadurch die Adventitia ausbreitet, so sieht man fast immer im adventitiellen Lymphraume einzelne geformte Bestandtheile, in erster Linie lymphoide Körperchen; ausserdem kann man aber auch kleine Fetttröpfchen, Pigmentkörnchen, ziemlich grosse blasige Zellen (wohl nur veränderte Lymphkörperchen) und ausnahmsweise rothe Blutkörperchen antreffen. Die Anwesenheit zahlreicher rother Blutkörperchen lässt eher auf ein Aneurysma dissecans, auf eine Ruptur der inneren Gefässhäute, als auf blosse Diapedesis schliessen.

Die Menge der lymphoiden Elemente im adventitiellen Lymphraume kann derart anwachsen, dass die Muscularis von ihnen vollständig bedeckt erscheint. Dieser, unpassend als **Kernwucherung** bezeichnete Zustand (Fig. 81) ist auf eine vermehrte Auswanderung von weissen Blutzellen zurückzuführen und wird in verschiedenen hyperämischen und entzündlichen Zuständen des Gehirns angetroffen, so auch in der progressiven Paralyse.

Bisher war nur von der Vermehrung solcher Elemente die Rede, welche auch normalerweise in dem adventitiellen Lymphraume vorhanden sind; es finden sich aber daselbst mitunter auch andersartige pathologische Producte. So sind bei der eitrigen Meningitis diese Räume bis ziemlich tief in die Gehirnsubstanz hinein mit Eiterkörperchen erfüllt.

Von besonderer Bedeutung erscheint das Auftreten **neoplastischer Elemente** (Sarcom-, Carcinomzellen) im adventitiellen Lymphraume, namentlich in der Umgebung eines Tumors. — Wir dürfen daher annehmen, dass die Lymphbahnen des Gehirns die wichtigsten Wege für die Ausbreitung solcher Neubildungen darstellen.

In den adventitiellen Lymphräumen trifft man manchmal eine Anschoppung mit eigenthümlichen, grossen, durchsichtigen, kernführenden Zellen, embryonalem Gewebe nicht unähnlich (bei Syphilis); ferner kann man ebendaselbst und im perivasculären Raume endothelartige Zellen aufgestapelt finden, namentlich in myelitischen Herden, auch in einem Falle von alter Kinderlähmung *(Leyden)*. Diese endothelialen Zellen können auch in papillösen Excrescenzen der Adventitia angehäuft sein *(Arndt)*.

Bei verschiedenen entzündlichen Processen im Rückenmarke und auch bei Lyssa kann man häufig um die Rückenmarksarterien herum, namentlich um die grossen, eine eigenthümliche, structurlose, **colloide Masse** ergossen finden, die sich mit Karmin mehr oder minder intensiv färbt. Dieselbe stammt jedenfalls aus dem Blute, und da sie die Arterienwandungen selbst imprägnirt hat, so nehmen diese — besonders nach Karminfärbung — einen eigenthümlichen, auf-

fallenden Glanz an. Mitunter sieht man aber ähnliche colloide Ergüsse, namentlich um die Arteria sulci herum, auch an normalen Rückenmarken.

Schliesslich mag darauf aufmerksam gemacht werden, dass auch der **Inhalt der Gefässe** Beachtung verdient. Häufig findet man sie ziemlich stark mit fast unverändertem Blute erfüllt, in anderen Fällen ist dasselbe eigenartig geronnen und es zieht dann meist ein centraler, aus netzförmig angeordneten Fibrinfasern gebildeter Gerinnungsfaden durch das Gefäss. Auch kann sich das Endothelhäutchen loslösen und zusammengefaltet im Gefässlumen liegen. Mitunter erfolgt die Gerinnung aber in einer anderen Form, ohne dass locale Ursachen dabei in Betracht kommen müssen; dann trifft man im Inneren der Gefässe eigenthümliche, glänzende, kugelförmige Gebilde, entweder vereinzelt oder auch zu grösseren Gruppen vereinigt, die aber auch nur als Gerinnungsproducte des Blutplasmas aufzufassen sind.

Specielle Beachtung verdienen allerlei embolisirende Körper im Inneren der Gefässe; dahin gehören schon die weissen Blutkörperchen, wenn sie, in grösserer Menge zusammengeballt (in der Leukämie), Ursache von Gefässverstopfung abgeben, ferner Fetttropfen (bei Knochenbrüchen), das bereits erwähnte Intermittenspigment, sowie die ebenfalls schon besprochenen atheromatösen Producte aus den kleinen Gefässen; Auflagerungen aus dem Herzen oder den grossen Gefässen werden nur ausnahmsweise bis in die kleinen intracerebralen Gefässe fortgeschleppt, wohl aber Elemente verschiedenartiger Neubildungen, die ins Blut gelangt sind und neben Anderem schliesslich noch Mikroorganismen, die man, etwa nach Färbung mit Gentianaviolett, ebenfalls zu embolisirenden Klumpen vereinigt, in den Gehirngefässen, z. B. beim acuten Delirium *(Rezzonico)* angetroffen hat. In letzterem Falle möge man aber vorsichtig sein und sich die Ueberzeugung verschaffen, dass man es nicht mit postmortalen Fäulnisserscheinungen zu thun habe.

Nicht selten sind manche Erkrankungen der Gefässwandungen (z. B. partielle Dilatationen, Verkalkungen) nur auf einzelne Schichten der Rinde des Gross-, respective Kleinhirns beschränkt. Aehnliches gilt auch für den Gefässinhalt, so dass z. B. in den Gefässen gewisser Schichten der Rinde die Blutfülle oder die Gerinnungsform des Blutes eine andere ist. Diese Umstände machen es wahrscheinlich, dass wir von der Peripherie des Gehirns bis zum Marke mehrere flächenhaft übereinander gelagerte Gebiete zu unterscheiden haben, innerhalb welcher die Gefässnetze, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, bezüglich ihrer Ernährung und ihrer Innervation durch die Vasomotoren voneinander unabhängig, selbständig sind.

Obersteiner, Ueber einige Lymphräume im Gehirn. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 61. Bd. 1870. *d'Abundo*, Contributo allo studio delle vie linfatiche dell cervello. Riv. gen. ital. di clin. medic. 1889. *Rossbach* und *Sehrwald*, Ueber die Lymphwege des Gehirns. Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1888. *Obersteiner*, Beiträge zur pathologischen Anatomie der Gehirngefässe. Wr. medic. Jahrb. 1877. *Obersteiner*, The cerebral blood-vessels in health and disease. Brain 1884. *Obersteiner*, Les vaisseaux sanguins du cerveau. Annales medic. psych. 1885. *Deecke*, The structure of the vessels of the nervous centres. Amer. Journ. of Insan. 1877—81. *Virchow*, Ueber Erweiterung kleiner Gefässe. Virchow's Archiv, 3. Bd. *Robin*, Journal de la Physiol. norm. et path. 1853—1859. *His*, Ueber ein perivasculäres Canalsystem. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 15. Bd. *Paladino*, Di un nuovo processo per le indagini microsc. del sistema nervoso. Rend. d. R. Acc. d. Scienze fis. e mat. 1890. *Löwenfeld*, Studien über Aetiologie und Pathogenese d. Hirnblutung. Wiesb. 1886. *Hebold*, Aneurysmen d. kleinsten Rückenmarksgefässe. Arch. f. Psych. XVI. Bd. *Obersteiner*, Ueber Ektasien der Lymphgefässe des Gehirns. Virchow's Archiv. 55. Bd. 1872. *Pick*. Ueber cystöse Degeneration des Gehirns. Archiv f. Psych. XXI. Bd. 1890. *Arndt*, Aus einem apoplektischen Gehirn. Virchow's Archiv, 57. Bd. *Rezzonico*, Contributo all' anatomia pathologica del delirio acuto. Arch. ital. per le mal. nervose 1884. *Kronthal*, Lymphcapillaren im Gehirn. — Degeneration der Gefässcapillaren bei der progressiven Paralyse der Irren. Neurol. Centralblatt 1890.

3. Stützgewebe.

a) Bindegewebe.

Im Centralnervensysteme findet sich überall ein Gewebe, welches die Charaktere des Bindegewebes, wie es auch in anderen Organen vorkommt, nicht nur vollständig besitzt, sondern auch mit rein bindegewebigen Organen in directen Zusammenhang tritt. Allerdings ist es ein Bindegewebe, bei welchem die Intercellularsubstanz auf ein Minimum reducirt erscheint; es tritt wenigstens an den meisten Stellen als ein reticuläres Bindegewebe auf, aus feinen Fasern bestehend, die ein dichtes Netzwerk bilden und sich bis zu Bindegewebszellen verfolgen lassen.

Bei dem Umstande, als über die Natur des Bindegewebes überhaupt immer noch sehr auseinanderweichende Auffassungen herrschen, darf es uns nicht verwundern, wenn die histologische Bedeutung dieses Gewebes in einem Organe, an welchem sich seiner Untersuchung besonders grosse Schwierigkeiten entgegensetzen, und woselbst es auch gewisse histologische und chemische Besonderheiten aufweist, auch am wenigsten klargelegt erscheint. Aus diesem Umstande ergibt sich auch die grosse Unsicherheit in der Auffassung des Stützgewebes im Centralnervensystem überhaupt, sowie auch die wechselnde Benennung, die dessen einzelnen Bestandtheile finden. Wenn man z. B. von Neurogliafasern spricht (z. B. *Weigert*, der

dafür eine sehr prägnante, bisher noch nicht publicirte Färbungsmethode gefunden hat), so sind darunter jene Netzfasern verstanden, die wir Bindegewebsfasern nennen. Uebrigens darf auch die Anschauung nicht mehr ganz zurückgewiesen werden, dass wir im Centralnervensystem zwei Arten faserigen Stützgewebes unterscheiden müssen, von denen nur eine mit dem leimgebenden Bindegewebe völlig identisch ist.

Zur Darstellung der Bindegewebszellen des Centralnervensystems (Gliazellen, *Deiters*'sche Zellen) empfiehlt es sich, kleine Stücke des frischen Gehirns oder Rückenmarkes entweder in sehr schwacher, lichtweingelber Lösung von doppeltchromsaurem Kali ein bis zwei Tage zu maceriren, oder aber diese Stückchen ebensolange in 0·1procentige Osmiumsäure zu legen. Man kann dann noch eventuell beliebig nachfärben und wird an Zupfpräparaten sicherlich eine beträchtliche Anzahl von gut isolirten Bindegewebszellen antreffen.



Fig. 82. Isolirte Bindegewebszelle aus dem menschlichen Rückenmarke. Vergr. 800.

Dieselben stellen sich je nach der Gegend, welcher das Präparat entnommen ist, verschieden dar.

Fig. 82 zeigt eine solche Zelle aus einem radiären Septum des menschlichen Rückenmarkes. Von einem granulirten, oft ziemlich unscheinbaren Kerne gehen äusserst zahlreiche, lange (bis 0·5 Millimeter) Fortsätze von grosser Feinheit aus, an der gezeichneten Zelle hauptsächlich nach zwei diametral entgegengesetzten Richtungen. Ein eigentliches Zellprotoplasma scheint meist zu fehlen; der Zellleib wird nur durch kleine, flache Anhänge des Kernes repräsentirt, die sich bald in die Fortsätze auflösen und eine sehr geringe

Körnung erkennen lassen. Die Fortsätze zeichnen sich übrigens durch eine charakteristische Steifigkeit aus und zeigen nur ausnahmsweise Theilungen, während bei anderen Zellarten, z. B. Ganglienzellen, Theilungen sehr häufig sind. In vielen Fällen gehen die Fortsätze aber radiär nach den verschiedensten Richtungen auseinander (Spinnenform, Spinnenzellen), wie z. B. an der in Fig. 83 abgebildeten Zelle aus dem Ependym des Seitenventrikels. Gehen zahlreiche feine Fortsätze von einem Pole der Zelle ab, wozu dann häufig noch ein weiterer stärkerer Fortsatz am entgegengesetzten Pole kommt, so entsteht das Bild eines Pinsels mit seinem Stiele



Fig. 83. Isolirte Bindegewebszelle aus dem Ependym des Seitenventrikels. Vergr. 800.

(Pinselzellen). Es wird auch angegeben *(Ranvier, Weigert)*, dass diese Fortsätze der Gliazellen — wenigstens wenn dieselben vollständig ausgebildet sind — sich dem Zellleibe nur anlegen, aber keineswegs mit ihm verschmelzen.

Die eben beschriebenen Formen der Bindegewebszellen sind es, die man nach dem Vorgange von *Boll* ganz speciell als *Deiters*'sche Zellen zu bezeichnen pflegt.

Ein von dem geschilderten Bilde ziemlich abweichendes Aussehen haben viele — nicht alle — Bindegewebszellen in der weissen Substanz des Grosshirns und Kleinhirns, sowie in der Brücke. Da finden sich, entsprechend dem Verlaufe der Nervenbündel, eckige Zellen (Fig. 84) häufig reihenweise, die bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Aehnlichkeit mit Epithelien haben. Namentlich an

Osmiumpräparaten kann man sich aber überzeugen, dass diese Zellplättchen auch nichts Anderes sind als Bindegewebszellen, und dass zahlreiche Fortsätze wie feinste Haarbüschel von ihnen abgehen.

In manchen Zellen der centralen Stützsubstanz ist ein deutlicher Kern nicht mehr erkennbar, sie scheinen verhornt zu sein; andererseits gibt es derartige Zellen, die aus einem Kerne mit so wenig Protoplasma bestehen, dass die feinen Fortsätze direct vom Kerne auszugehen scheinen.

Was nun das Schicksal dieser von den Bindegewebszellen abgehenden Fortsätze anlangt, so ist dies verschieden, je nach der Localität; darüber könnten allerdings Schnittpräparate besten Aufschluss gewähren, nur ist das feine Stützgerüst unter den übrigen histologischen Elementen meist schwer zu unterscheiden. Nach Tinction mit Alaunhämatoxylin, wobei die Kerne der Bindegewebszellen eine intensiv blaue Färbung annehmen, kann man sich wohl ein klares Bild über die Menge dieser Zellen machen, der weitere Verlauf ihrer Fortsätze wird aber deutlicher erkannt nach Karminfärbung, und zwar nicht selten an Präparaten, die sonst in manch anderer Beziehung als wenig gelungen angesehen werden müssen. Die Silber- oder Sublimatfärbung von *Golgi* liefert mitunter Bilder von geradezu überraschender Schärfe (Fig. 85).

Das gesammte Centralnervensystem ist durchzogen von einem feinen Stützgerüste mit seinen zelligen Centralstellen; dieses bildet das Stroma für die Einlagerung der nervösen Elemente und der Gefässe. — Mitunter bringen pathologische Processe die beiden letzteren derart zum Schwunde, dass nur das bindegewebige Skelet wie an einem Corrosionspräparate zurückbleibt.

In der feineren Anordnung dieses Stützgewebes zeigen sich aber mannigfache locale Differenzen. Eine dünne Schicht von dicht verfilztem Bindegewebe bildet fast ausschliesslich den äussersten Rand der Grosshirnrinde, der sich am Durchschnitt bei mittlerer Vergrösserung als ein dunkler Saum darstellt. In jenen radiären Septis, die das Rückenmark durchziehen, sind die Fortsätze der Bindegewebszellen zu dichten Bündeln aneinander gelagert. Bindegewebszellen bilden nebst Gefässen nahezu die einzigen Constituenten dieser Septa. In der weissen Substanz des Rückenmarkes sieht man von Strecke zu Strecke den Kern einer Spinnenzelle und von ihm aus zwischen die Nervenfasern nach allen Richtungen hin die Fortsätze auslaufen, so dass ein Netzwerk resultirt, welches die einzelnen Nervenfasern umspinnt (Fig 32 und 85).

In der Marksubstanz des Gross- und Kleinhirns, sowie der Brücke, kommen zu den letztbeschriebenen Verhältnissen der Bindegewebs-

zellen noch weitere Eigenthümlichkeiten hinzu. Von den Spinnenzellen gehen in diesen Regionen, meist deutlicher als in anderen Gegenden, nicht wenige Fortsätze mit gerade gestrecktem Verlaufe bis zur Begrenzungsmembrander Gefässe (Fig. 65 und 84), wo sie sich trichterförmig ansetzen. Jene reihenförmig angeordneten Bindegewebszellen, die früher erwähnt wurden, geben Fortsätze ab, welche sich ebenfalls an dem Netzwerke zwischen den Nervenfasern betheiligen. Es muss hervorgehoben werden, dass das Bindegewebsnetz im Gehirn sich durch besondere Feinheit und Zartheit auszeichnet, während es im Rückenmark merklich derber erscheint.

Ueber das Verhalten des Bindegewebes in der grauen Substanz wird an den betreffenden Stellen die Rede sein.

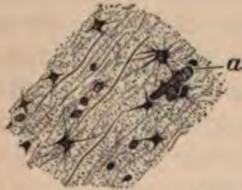


Fig. 84. Schnitt durch die weisse Substanz des Gehirns. *a* Stück eines kleinen Blutgefässes in Verbindung mit einer Spinnenzelle. Vergr. 100.



Fig. 85. Längsschnitt aus dem Rückenmark. *a* weisse, *b* graue Substanz. Sublimatfärbung nach *Golgi*. Bei *c* drei stecknadelförmige Sublimatkrystalle. Vergr. 80.

Unter dem Ventrikelepithel scheint die Form des Bindegewebes insofern eine etwas andere zu sein, als die grosse Menge von Fasern im Ependym die Anschauung nahe legt, dass diese nicht blos als directe Fortsätze der Bindegewebszellen, sondern auch als bindegewebige Intercellularsubstanz aufzufassen seien.

Inwieweit man berechtigt ist anzunehmen, dass die Bindegewebszellen mit ihren Ausläufern sich an der Lymphströmung im Inneren des Gehirns betheiligen, kann hier nicht auseinandergesetzt werden; doch sei diesbezüglich besonders auf die trichterförmigen Ansätze der Fibrillen gegen den perivasculären Lymphraum zu hingewiesen.

Bei manchen Spinnenzellen unterscheidet sich der Fortsatz, welcher zum perivasculären Lymphraum führt (häufig sind deren mehrere vorhanden), deutlich von den zahlreichen anderen Fortsätzen;

er ist gröber, dicker, manchmal auch etwas geschlängelt und wird von *Bevan Lewis* als Gefässfortsatz bezeichnet.

Auch der Umstand, dass die Quantität des Bindegewebes in den verschiedenen Bezirken des Centralnervensystems sich nicht immer leicht in eine Parallele mit einer blos zusammenhaltenden, stützenden Function bringen lässt, scheint dafür zu sprechen, dass diesen Gewebsbestandtheilen eine weitere, nicht unwesentliche Rolle, und zwar voraussichtlich bei den nutritiven Vorgängen im Nervensystem, zukommt.

Pathologische Veränderungen am Bindegewebe des Centralnervensystems.

Von den pathologischen Vorgängen, welche das Bindegewebe des Centralnervensystems betreffen, möge zunächst die abnorme Bindegewebswucherung, welche zur **Sklerose** führt, Erwähnung finden. Trotz sehr zahlreicher einschlägiger Untersuchungen sind die Meinungen über diesen, allerdings variablen Process noch immer getheilt.

Vor Allem scheint dabei nicht selten die Intercellularsubstanz des Bindegewebes, von der wir ja gesehen haben, dass sie im Nervensystem meist eine ganz nebensächliche Rolle spielt, immer mehr zur Geltung zu kommen. Die Anzahl der Bindegewebszellen, respective der leicht erkennbaren Zellkerne, ist in sklerosirten Stellen häufig nicht nur nicht vermehrt, sondern, wenn es sich um recht chronische Processe handelt, ist es sogar mitunter sehr schwer, noch gut erhaltene Bindegewebszellen aufzufinden, so sehr überwiegt das gleichmässige Zwischengewebe. Auch findet man in gewissen sklerotischen Partien zwar eine sehr ausgesprochene fibrilläre Structur, aber ohne Zunahme der zelligen Elemente das Gewebe fast ausschliesslich aus Bindegewebsfibrillen bestehend.

Bei der Sklerose kommt es aber andererseits nicht selten auch zu einer Vermehrung der zelligen Elemente, und zwar gelegentlich durch Theilung, häufiger aber durch directe Neubildung. Den Stoff hierzu liefern Lymphkörperchen, welche aus den Gefässen in Folge des Reizzustandes in vermehrter Menge ausgewandert sind, nun als Wanderzellen in die Nervensubstanz eintreten, sich dort fixiren, Fortsätze austreiben und sich schliesslich zu Bindegewebszellen metamorphosiren. Namentlich in den ersten Stadien dieses Processes, z. B. in frühen Perioden der Dementia paralytica, wird man die Gehirnsubstanz von runden Zellen überschwemmt finden, welche ihre Provenienz aus den Gefässen dadurch documentiren, dass nicht nur der

adventitielle Lymphraum von ihnen erfüllt ist (Fig. 81), sondern dass sie auch gerade in der Umgegend der Gefässe in besonders grosser Anzahl vorhanden sind. Es ist selbstverständlich, dass die nervösen Elemente, wenn sie auch primär an dem pathologischen Processe gar nicht betheiligt sein sollten, unter dieser Ueberwucherung des Bindegewebes leiden und schliesslich vollständig zugrunde gehen müssen. Es darf aber nicht übersehen werden, dass es auch eine andere Art der Sklerosirung gibt, z. B. bei der secundären Degeneration, wobei das Parenchym der Nervensubstanz zuerst zugrunde geht, und die Stützsubstanz erst secundär, vielleicht in Folge des verminderten Widerstandes, zum excessiven Wachsthum angeregt wird.

Die Granulationen des Ventrikelependyms bestehen auch aus Wucherungen des subepithelialen Bindegewebes, welche die Epithelien durchbrechen und nackt in die Ventrikelhöhle sehen können (*Weiss*).

Diese Ependymgranulationen, welche der Ventrikeloberfläche in der Regel ein griesliches, körniges Aussehen verleihen, mitunter aber auch bis hirsekorngrosse Knötchen bilden können, findet man gelegentlich in den Gehirnen bejahrter, gesunder Individuen; fast immer aber sind sie als Zeichen chronischen Gehirnleidens aufzufassen und daher am häufigsten in der Dementia paralytica. Sie können an allen Stellen der Ventrikel vorkommen, besonders auffallend pflegen sie in der hinteren Hälfte der Rautengrube und über dem Streifenhügel zu sein.



Fig. 86 Bindegewebszellen mit zahlreichen kürzeren Fortsätzen aus den sklerosirten Vierhügeln bei einem Falle von Dementia paralytica. Vergr. 250.

Ueber die eigentlichen pathologischen Veränderungen der Bindegewebszellen im Centralnervensystem ist ziemlich wenig Feststehendes bekannt. In pathologischen Rückenmarken, mitunter auch in anscheinend normalen Marken fand *Weigert* innerhalb der grauen Substanz Gliazellen von monströser Gestalt, mit sehr dicken, starren Ausläufern, von denen manchmal einer besonders hervortrat.

In manchen Fällen von Sklerose kann die Anzahl der von einer Zelle ausgehenden Fibrillen sehr zunehmen. Man findet dann Zellkerne, von denen aus unzählige feinste, meist kurze Fäserchen nach allen Seiten hin abgehen (Fig. 86).

Vincenti beschreibt Bindegewebszellen, in welche von den Gefässscheiden her, durch die Fortsätze, rothe Blutkörperchen eingewandert sind.

Unter der Einwirkung eines continuirlichen Druckes, z. B. in der Umgebung eines Tumors, einer Hämorrhagie, schwellen die Bindegewebskörperchen an, ihr Kern verschwindet, sie bekommen ein

gequollenes, plumpes, glasiges Aussehen; ihre Fortsätze verändern die Lichtbrechung und werden, wie die Zellen selbst, viel deutlicher; mitunter werden sie dadurch Nervenzellen ähnlich. In der Nähe einer Hämorrhagie nehmen die Bindegewebszellen dann auch häufig ein wenig des Blutfarbstoffes in sich auf. Wir können diese Veränderung als entzündliche Schwellung der Bindegewebszellen bezeichnen. In entzündlichen Processen kann auch Kernvermehrung durch Karyokinese *(Coën)* in den Bindegewebszellen stattfinden, mitunter in dem Masse, dass einzelne unter ihnen sich zu unregelmässigen Plaques umwandeln, die 12 bis 15 Kerne einschliessen (fibroplastische Körper von *Hayem)*.

b) Neuroglia.

Als letzten Formbestandtheil, welcher sich noch an dem Aufbaue des Centralnervensystems betheiligt, haben wir eine Substanz zu betrachten, die ganz besonders dazu geeignet scheint, Lücken, welche die sonstigen Elemente zwischen sich frei gelassen haben, auszufüllen und dadurch, ohne dem Austausch der ernährenden Säfte Widerstand zu bieten, zur Befestigung des ganzen Organtheiles beizutragen. — Dieser Zweck wird erfüllt durch die Neuroglia, welche als eine äusserst feinkörnige Masse die Grundsubstanz hauptsächlich in der grauen Substanz darstellt; damit ist auch schon ihre Beschreibung nahezu erschöpft.

Die Neuroglia muss als eine eigene Art von Intercellularsubstanz aufgefasst werden. Doch sind die Bildungszellen, denen sie ihre Entstehung verdankt, am ausgewachsenen Organismus als solche nicht mehr aufzufinden. Hingegen trifft man überall, wo Neuroglia ist, auf Kerne, von denen viele als die Kerne dieser ehemaligen Bildungszellen, als Neurogliakerne, Gliakerne, aufzufassen sind. Manche von diesen Kernen sind aber etwas Anderes, nämlich Wanderzellen, aus dem Gefässsystem stammende Lymphkörperchen. Die feinen Körnchen der Neuroglia legen sich an alle Fortsätze der nervösen und bindegewebigen Zellen an und bleiben an isolirten Objecten mitunter hängen; an den Bindegewebskörperchen wurden sie von *Boll* als Interfibrillärkörnchen bezeichnet (vgl. Fig. 82 und 83).

Sowohl das chemische Verhalten der Neuroglia, wie auch das morphologische, erlauben nicht, sie den Bindesubstanzen zuzurechnen; wir müssen sie vielmehr als ein dem Nervensystem eigenthümliches Gewebe sui generis auffassen. Die Gesammtmenge der Neuroglia ist äusserst gering. Das Meiste von dem, was man in der grauen Substanz früher als Grundsubstanz (Zwischensubstanz, bei niederen Thieren auch als *Leydig's* Punktsubstanz beschrieben) betrachtet hat, erweist sich als ein Netzwerk von Nervenfasern (markhaltigen und marklosen).

Deiters, Unters. über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig 1863. *Boll*, Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Arch. f. Psych. 4. Bd. 1873. *Friedmann*, Zur pathologischen Anatomie der multiplen chronischen Encephalitis, nebst Bemerkungen über die Structur des normalen Bindegewebes im Gehirn. Jahrb. f. Psych. IV. Bd. 1883. *Bevan Lewis*, A textbook of mental diseases. London 1889. *Weiss*, Die Wucherung der Kammerwände. Wiener med. Jahrb. 1878. *Schnopfhagen*, Das Ependym der Ventrikel und die an demselben bemerkbaren Granulationen. Jahrb. f. Psych. III. Bd. 1882. *Vincenti*, Su alcune alterazione istologiche del sistema nervoso centrale. Riv. sperim. di freniatria. XI. 1885. *Coën*, Ziegler's Beitr. zur pathologischen Anatomie. 1887. *Ranvier*, Sur les éléments conjonctifs de la moelle épinière. Comptes rendus. 1873. *Weigert*, Bemerkungen über das Neurogliagerüst des menschlichen Centralnervensystems. Anat. Anzeiger 1890. *Weigert*, Zur pathologischen Histologie des Neurogliafasergerüstes. Centralbl. f. allg. Pathol. u. path. Anat. 1890.

4. Anderweitige Gewebselemente im Centralnervensystem.

Neben den besprochenen Gewebselementen, die sich an dem Aufbau des Centralnervensystems betheiligen, wären noch gewisse Gebilde zu erwähnen, deren Auftreten gelegentlich auf einen krankhaften Process schliessen lässt.



Fig. 87. Zwei Fettkörnchenzellen aus dem Rückenmarke. Bei secundärer Degeneration. Vergr. 250.

1. Die **Fettkörnchenzellen** (Körnchenkugeln), welche wir bereits wiederholt erwähnt haben. Es sind dies vollkommen runde, grössere Zellen mit meist deutlichem Kerne und zum grössten Theile erfüllt von glänzenden feinen Fetttröpfchen (Fig. 87). In der Regel sind es lymphoide Zellen, welche sich mit Fett angestopft haben, sei es, um dasselbe bei der embryonalen Markscheidenbildung der Nervenfasern diesen zuzuführen und dort zu deponiren, oder aber um in krankhaften Processen die bei der Degeneration der Nervenfasern frei werdenden fettähnlichen Substanzen aufzunehmen und eventuell wegzuführen. Wo markhaltige Nervenfasern rasch zerfallen, z. B. in encephalitischen Herden, weist daher die Färbung nach *Weigert* oft zahlreiche Marktröpfchen in den benachbarten Fettkörnchenzellen nach. Fettkörnchenzellen bilden sich aber auch durch den fettigen Zerfall der Nervenzellen und wohl auch der Bindegewebszellen; selbst die glatten Muskelfasern der Gefässe sollen sich an der Bildung von Körnchenzellen betheiligen *(Huguenin)*.

Die Anwesenheit von Fettkörnchenzellen, nach denen namentlich bei Degenerationsvorgängen im Rückenmarke, sowie in embolischen Herden des Gehirns gesucht werden kann, macht sich am besten bemerkbar, wenn man ein kleines Stückchen des frischen Präparates unter dem Deckglase zerquetscht. Bei schwacher Vergrösserung treten dann die Fettkörnchenzellen als dunkle Punkte

sehr deutlich hervor; auch lässt sich auf diesem Wege am sichersten eine Schätzung ihrer Menge vornehmen; sind sie sehr zahlreich in Haufen beisammen, so bemerkt man bereits mit freiem Auge gelbweisse Flecke und Streifen, die im durchfallenden Lichte dunkel werden.

2. Die **Amyloidkörperchen.** Sie erscheinen unter dem Mikroskope als helle, stark lichtbrechende, runde oder ovale Körperchen und machen sich durch ihren Glanz auch schon bei schwacher Vergrösserung bemerkbar. Ihre Grösse ist eine wechselnde, meist schwankt ihr Durchmesser zwischen 10 bis 20 μ, doch erreichen einzelne auch einen solchen von 45 μ. Eine concentrische Schichtung, wie die pflanzlichen Amylumkörner, lassen sie nicht erkennen, nur bei den grösseren Körperchen kann man gelegentlich einen centralen kugeligen Kern und eine Schale unterscheiden. Sie sind auch nicht doppelbrechend wie die Stärkekörner. Jodtinctur allein verändert sie nur wenig; lässt man aber dann noch concentrirte Schwefelsäure zufliessen, so werden sie dunkelbraun-violett. Diese Reaction gelingt meistens auch noch an Schnittpräparaten.

Alaunhämatoxylin färbt die Amyloidkörperchen schön blau, überhaupt nehmen sie alle Kernfärbemittel gerne auf.

Man findet sie am zahlreichsten im höheren Alter, und zwar namentlich an jenen Stellen, an welchen auch Neuroglia vorhanden ist; und da sind wieder besondere Prädilectionsstellen *(Redlich)* zu verzeichnen. Im Rückenmarke älterer Personen (schon nach dem vierzigsten Jahre) wird man sie kaum einmal vermissen, besonders an dessen Peripherie in der grauen Rindenschicht, in grösster Menge gewöhnlich in der Nähe der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln. Von der Peripherie aus kann man sie dann in grösserer Menge längs der bindegewebigen Septa und der Gefässe, am meisten in der weissen Substanz der Hinterstränge zerstreut finden. Stellen, an denen man sie in älteren Gehirnen fast regelmässig antrifft, sind die oberste Schicht der Grosshirnrinde *(Kostjurin)*, um das Chiasma nervorum opticorum, das Septum pellucidum und besonders der Tractus olfactorius. Seltener sind sie an der Oberfläche und in der ganzen moleculären Schicht des Kleinhirns. Das Ependym, sowohl des Centralcanals im Rückenmarke, als der Hirnventrikel, enthält in seinen tiefsten Schichten ebenfalls häufig Amyloidkörperchen.

Krankhafte Processe im Centralnervensystem haben im Allgemeinen nur geringe Bedeutung für das Auftreten dieser Gebilde mit Ausnahme solcher protrahirter atrophischer Processe, als deren Paradigma die Altersatrophie angesehen werden kann — z. B. findet man sie bei Epileptikern im Ependym des sklerosirten Ammonshornes gelegentlich in grosser Anzahl.

Ueber ihre Provenienz lässt sich ein ganz sicheres Urtheil allerdings nicht fällen, doch ist es weitaus am wahrscheinlichsten, dass sie sich aus den Kernen der Neuroglia entwickeln (*Rindfleisch* und *Redlich*). Jedenfalls bestehen sie chemisch nicht aus einer dem Amylum verwandten Substanz, sondern aus einem eiweissähnlichen Körper. Dass allenfalls den zugrunde gehenden Nervenfasern eine gewisse chemische Betheiligung an ihrer Entstehung zukommt, ist nicht gänzlich zurückzuweisen; es muss ja immerhin auffallen, dass solche Amyloidkörperchen nur im Centralnervensystem und sonst in keinem anderen Organe sicher nachgewiesen sind. Die sogenannten Amyloidkörper der Prostata sind Concremente ganz anderer Natur.

3. **Colloidkörper** nennt *Bevan Lewis* rundliche, den Amyloidkörperchen sehr ähnliche Gebilde mit einem Durchmesser von 6 bis 40 μ, Sie sind ganz homogen, durchsichtig, werden durch Hämatoxylin schwach gefärbt, gar nicht durch Karmin, Anilinfarben, Jod und Schwefelsäure. Sie sollen durch Degeneration von Nervenfasern entstehen, und sich im Gehirn und Rückenmark bei den verschiedensten centralen Erkrankungen oft in grosser Anzahl finden. Sie sind fast nur auf die weisse Substanz oder auf jene Stellen der grauen beschränkt, die sich durch Reichthum an Markfasern auszeichnen.

4. Es finden sich im Inneren des Centralnervensystems auch die Elemente jener verschiedenartigen **Neubildungen**, die ihren Sitz dort aufzuschlagen pflegen.

5. Als **Leber'sche Körperchen** beschreibt *Vincenti* stark lichtbrechende, durchsichtige, kugelrunde Gebilde (etwa so gross wie die Kerne der grössten Ganglienzellen), welche sich anscheinend im Inneren von marklosen Nervenfasern entwickelt haben und diesen daher fest anhängen. Sie sollen sich chemisch wesentlich von Amyloidkörperchen unterscheiden und sich namentlich dort finden, wo Nervensubstanz durch einen Tumor comprimirt wird.

6. Auch verschiedene **Pilzformen**, z. B. Typhus- und Milzbrandbacillen (*Curschmann*) wandern ins Centralnervensystem ein, wo sie dann entweder direct unter dem Mikroskope oder durch Reinculturen nachzuweisen sind. Durch Agglomeration im Inneren der feineren Blutgefässe können sie, wie erwähnt, zur Entstehung von Embolien Veranlassung bieten (vgl. pag. 194).

Huguenin, Ziemsen's Handbuch. XI. Bd. 1. H. *Kostjurin*, Die senilen Veränderungen der Grosshirnrinde. Wien. med. Jahrb. 1886. *Redlich*, Die Amyloidkörperchen des Nervensystems. Psych. Jahrb. 1891. *Schaffer*, Pathologie und pathologische Anatomie der Lyssa. Ziegler's Beitr. VII. Bd. *Bevan Lewis*, A Textbook of mental diseases. London 1889, p. 465. *Vincenti*, Riv. sperimentale di freniatria. XI. Bd. 1885.

VIERTER ABSCHNITT.

Feinerer Bau des Rückenmarkes.

Allgemeine Bemerkungen über den feineren Bau der Centralorgane.

Die grob anatomischen Verhältnisse im Aufbau des Centralnervensystems, wie sie sich dem unbewaffneten Auge darbieten, haben im zweiten Abschnitte eingehende Würdigung gefunden. Ein Verständniss der physiologischen Bedeutung der dort beschriebenen Organtheile kann aber nur dann angebahnt werden, wenn es uns auch gelingt, die anatomischen Beziehungen, welche zwischen ihnen bestehen, aufzufinden; dies ist die Aufgabe der feineren Anatomie, eine Aufgabe, die zu den schwierigsten gehört und noch weit von ihrer Lösung entfernt ist.

Einige allgemeine Gesichtspunkte, welche uns bei den folgenden Auseinandersetzungen, sowohl mit Rücksicht auf das Rückenmark, wie auf das Gehirn leiten werden, seien hier vorher abgehandelt; es wird uns dadurch das Verständniss mancher Einzelheiten erleichtert werden. Je mehr sich unsere Kenntnisse über den inneren Bau der Centralorgane erweitern, desto eingehender und ausführlicher wird sich eine derartige „allgemeine Anatomie des Centralnervensystems" darstellen lassen; es wird eine dankbare Arbeit sein, aus den zahlreichen erdrückenden Details, welche anhaltende eifrige Forschung auf diesem Gebiet unausgesetzt zu Tage fördert, jene resultirenden Gesetze und allgemeinen Regeln herauszulesen, welche erst volles Licht und volle Klarheit in das Gewirr mehr oder minder missverstandener anatomischer Verbindungen zu bringen im Stande sind.

Wir wollen — auch mit Rücksicht auf den beschränkten Raum — vorderhand nur einzelne hierhergehörige Thatsachen zur Besprechung bringen.

Ausgehen können wir von den zwei verschiedenen Arten nervöser Elemente, die das Nervensystem constituiren — Nervenzellen und Nervenfasern.

In den Nervenzellen haben wir die eigentlichen nervösen Centren zu suchen, während den Nervenfasern in der Hauptsache nur die Aufgabe zukommt, eine ihnen übertragene Erregung weiter zu leiten. Jede von einer blossen Leitung wesentlich verschiedene Function des Nervensystems ist also an die Zelle geknüpft. Die Zellen sind die Stationen, die Fasern die Bahnen, welche die einzelnen Stationen miteinander verbinden.

Die Ganglienzellen erscheinen an den meisten Stellen des Centralnervensystems nicht regellos zerstreut, vereinzelt, sondern sie finden sich in mitunter sehr ausgedehnten Gebieten zu Gruppen oder Lagen angeordnet. An solchen Orten ändert sich auch der Charakter des Grundgewebes; ferner sind daselbst neben den markhaltigen Nervenfasern die marklosen in grösserer Anzahl vorhanden, die Gefässvertheilung wird eine charakteristische, reichliche, so dass diese zellenreichen Gebiete sich schon dem nackten Auge durch ihr Aussehen bemerkbar machen. Während nämlich die nahezu ausschliesslich durch Markfasern constituirten Theile des Centralnervensystems eine fast rein weisse Farbe aufweisen (daher weisse Substanz, Markmasse), heben sich die zellenreichen Gegenden durch eine in verschiedenen Tinten auftretende röthlichgraue oder gelblichgraue Farbe hervor (graue Substanz). Die Intensität dieser Färbung ist nicht an allen Gehirnen gleich. Verschiedene Umstände können beitragen, um eine mehr oder minder dunkle Färbung der grauen Substanz zu erzeugen; in erster Linie die Blutfülle des Gehirns, die, entsprechend dem viel engeren Capillarnetze in der grauen Substanz, hier besonders zur Geltung kommen muss. Kleine windungsreiche Gehirne, in denen wahrscheinlich die pigmentirten nervösen Elemente enger aneinander gedrängt sind (z. B. auch bei prämaturer Synostose der Schädelnähte), zeichnen sich den wenig gefurchten Gehirnen gegenüber häufig durch auffallend intensive Färbung vieler Partien der grauen Substanz (Grosshirnrinde, Schweifkern, Putamen, Kleinhirnrinde) aus. Das Negerhirn ist nicht dunkler als dasjenige heller Rassen. Am dunkelsten wird das Gehirn unter pathologischen Verhältnissen in Folge von heftigen Intermittensanfällen.

Als Substantia reticularis (Formatio reticularis) pflegt man solche Gebiete zu bezeichnen, die, obwohl reich an Nervenzellen, dennoch die sonstigen Charaktere der grauen Substanz nicht oder nur in geringem Masse darbieten und sich durch die dominirende Menge von Markfasern auszeichnen.

Die grauen Massen müssen demnach den Ausgangspunkt der physiologisch-anatomischen Betrachtungen bilden, worauf weiterhin zu untersuchen wäre, in welcher Weise diese Centralmassen durch die

weissen Verbindungsbahnen untereinander in Connex gebracht sind. Dieser Gang der Darstellung kann aber dennoch meist nicht eingehalten werden, nachdem wir von manchen derartigen grauen Centren die Verbindungen nur sehr oberflächlich oder fast gar nicht kennen, während wir andererseits auch manche Fasergruppen nicht bis zu ihrem Endpunkte mit Sicherheit zu verfolgen vermögen.

Wenn man die verschiedenen grauen Massen im Centralnervensystem vergleicht, so drängt sich bald die Bemerkung auf, dass dieselben nicht alle anatomisch, physiologisch und genetisch gleichwerthig sind. Unsere jetzigen Kenntnisse reichen aber noch lange nicht aus, um diese nothwendige Unterscheidung correct durchzuführen; wir müssen uns daher mit einer Eintheilung begnügen, von der wir wenigstens voraussetzen dürfen, dass sie im Grossen und Ganzen richtig, durch spätere Forschungen ergänzt und erweitert, aber nicht gänzlich umgestossen wird.

Demnach hätten wir nachstehende Arten grauer Substanz zu unterscheiden:

1. Die graue Rindenmasse des Grosshirns, überall an der Peripherie des secundären Vorderhirnbläschens.

2. Die graue Rindenmasse des Kleinhirns.

3. Die Ursprungsgebiete der peripheren Nerven, d. i. die graue Masse im Inneren des Rückenmarkes und die entsprechenden Gebiete für den Ursprung der Hirnnerven. Man darf damit noch jene grauen Partien in Zusammenhang bringen, welche zwar keine peripheren Nerven mehr entspringen lassen, aber als directe Fortsetzung der eben genannten Gebiete die innere Auskleidung des dritten Ventrikels bis zum Tuber cinereum darstellen. — *Meynert* subsumirt diese grauen Theile unter den Begriff „centrales Höhlengrau"; sie stellen eigentlich die primäre, in der ursprünglichen Anlage des Centralnervensystems bereits vorgebildete, graue Centralmasse dieses Organes dar, welcher sich die anderen, sub 1, 2 und 4 erwähnten, erst secundär adjungiren.

4. Die centralen Ganglienmassen. Nachdem wir darunter alle unter 1 bis 3 nicht aufgeführten grauen Massen zusammenfassen, ist dasjenige, was wir unter dieser Bezeichnung zu verstehen haben, allerdings theoretisch ganz gut abgegrenzt; es ist aber sicher, dass hier alles zusammengeworfen wird, was, so vielgestaltig es auch sei, anderweitig nicht untergebracht werden kann.

Ebenso wie in den grauen Massen können wir auch eine Distinction innerhalb der weissen Substanz einführen, eine Distinction, die von der Untertheilung der grauen Substanz ihren Ausgangspunkt nimmt.

Jede Nervenfaser dürfen wir ansehen als ein verbindendes Leitungsorgan, ausgepannt entweder zwischen je zwei Nervenzellen oder aber zwischen einer solchen und einem peripheren Endorgane (sei es motorischer oder sensibler Art). Es ist für unsere Betrachtungen gleichgiltig, ob die Nervenfaser direct aus dem Axencylinder der Nervenzelle entspringt, oder aber durch Vermittlung eines intercalirten Fasernetzes in Beziehung zu der Zelle tritt. Da die erwähnten Endapparate selbständige Organe mit bestimmter Function sind, so dürfen wir sie den blos leitenden Nervenfasern gegenüber als den Ganglienzellen physiologisch gleichwerth ansehen und ihnen zur Vereinfachung der weiteren Auseinandersetzungen ebenfalls die Bedeutung einer Station in dem Netze der Nervenbahnen vindiciren.

Wir können nun die Nervenfasern topographisch in zwei grosse Gruppen trennen:

1. Solche Fasern, die gleichwerthige, coordinirte graue Massen miteinander verbinden, also beispielsweise zwei Stellen der Grosshirnrinde, oder beide Vorderhörner des Rückenmarkes: Fibrae homodesmoticae;

2. solche Fasern, die ungleichwerthige, subordinirte graue Massen miteinander, respective graue Nervensubstanz mit den peripheren Endapparaten in Connex bringen: Fibrae heterodesmoticae. In dieser Gruppe liessen sich dann ebenfalls verschiedene Unterabtheilungen machen, z. B. Fasern von der Grosshirnrinde zu den centralen Ganglienmassen oder solche von der Peripherie zu den Ursprungskernen u. s. w.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, dass die Unterscheidung dieser beiden Faserarten von principieller physiologischer Bedeutung ist.

Unter dem Namen **Bahn** bezeichnet man die leitende Verbindung zwischen zwei grauen Centralmassen oder zwischen einer solchen und einem peripheren Endorgane; fast immer handelt es sich aber dabei um eine mehr oder minder complicirte Combination mehrerer einzelner Leitungsstücke, welche, aneinandergereiht, entferntere Stationen miteinander in physiologische Beziehung bringen. So spricht man z. B. von einer cortico-musculären Bahn; damit meint man die Gesammtheit der Nervenfasern, welche nicht blos nebeneinander, sondern auch, mit Einschluss der etwa eingeschalteten grauen Massen, successive nacheinander in Function treten müssen, wenn eine motorische Erregung von der Hirnrinde bis zum Muskel vordringen soll. In ähnlicher Weise sprechen wir auch im gewöhnlichen Leben von einer Bahn, z. B. Eisenbahn Berlin-Wien, und wissen dabei recht gut, dass beispielsweise die Stationen Dresden und Prag zwischen den beiden Endpunkten liegen.

Wir wollen übrigens diesen Vergleich noch eine kurze Weile festhalten. Die eben angeführte Route ist keineswegs die einzige Verbindung zwischen Berlin und Wien; aber nicht nur, dass wir, über Breslau-Oderberg fahrend, Dresden und Prag völlig umgehen können, es bieten sich uns auch verschiedene Wege von Berlin nach Dresden, oder von Prag nach Wien; wir sind ferner in der Lage, von Dresden direct nach Wien zu gelangen, ohne Prag zu berühren u. dgl. Wenn demnach beispielsweise die Strecke Dresden-Prag durch eine Abrutschung unfahrbar geworden ist, so wird damit doch die Verbindung zwischen Berlin und Wien nicht aufgehoben, und je reicher das ausgebaute Eisenbahnnetz ist, um so mannigfaltiger gestalten sich die Verbindungen, die „Bahnen", zwischen zwei Hauptendpunkten.

Uebertragen wir nun diese Betrachtungen auf die Nervenbahnen. Das möglichst leistungsfähige, das vollkommenst organisirte Centralnervensystem wird dasjenige sein, in welchem die Verbindungen zwischen den einzelnen Stationen, den grauen Massen, am mannigfachsten, am zahlreichsten sind. Wir haben bereits früher (pag. 162) darauf aufmerksam gemacht, dass gleichartige, homologe Nervenzellen in der Regel um so mehr Fortsätze besitzen, und letztere wieder um so reichlichere Verästelungen, je höher wir in der Thierreihe emporsteigen; im gleichen Masse nimmt aber bei den höheren Thieren auch die Anzahl der Markfasern, die sich aus diesem Netzwerke sammeln, zu, und zwar hauptsächlich zu Gunsten jener Bündel, welche bestimmt sind, die einzelnen Theile gleichartiger grauer Substanz miteinander zu verbinden (Fibrae homodesmoticae). Ein sehr in die Augen springendes Beispiel bietet das Corpus callosum dar, welches, bei Vögeln nahezu fehlend, noch bei niederen Säugethieren sehr klein ist und seine höchste Entwickelung erst beim Menschen erhält.

Als weiterer Schluss ergibt sich eine Thatsache, welche grob anatomisch nicht schwer nachzuweisen ist, dass nämlich das Verhältniss der weissen Substanz des Gehirns zu der grauen sich bei höheren Thieren immer mehr zu Gunsten der ersteren ändert.

Da die Zellen der grauen Substanz die eigentlichen Träger der höheren cerebralen Leistungen sind, dürfte man wohl im Gegentheile a priori erwarten, gerade die graue Substanz bei geistig höher stehenden Thieren relativ mächtiger entwickelt anzutreffen; allein die ausgiebigere Leistung des Gehirns wird eben zum nicht geringen Theile durch die möglichst innige functionelle Verknüpfung der Centren untereinander erreicht.

Dieses wechselnde Verhältniss der grauen Substanz zur weissen hat *Danilewsky* auf anderem, nämlich auf chemischem Wege ebenfalls nachgewiesen.

Wir lernen aus dem Beispiele der Eisenbahn aber weiterhin noch mehr. Gerade so wie ich, trotz der Unterbrechung zwischen Dresden und Prag, doch von Berlin nach Wien zu fahren vermag, vielleicht allerdings etwas langsamer, besonders so lange, bis die Züge für die neue Linie eingerichtet sind, ebenso kann es der Fall sein, dass, trotzdem die eigentliche „Bahn" im Nervensystem eine Unterbrechung erlitten hat, dennoch die Leitung nicht aufgehoben ist, indem eben andere zu Gebote stehende Wege, sogenannte Collateralbahnen, eingeschlagen werden; ganz falsch wäre es also, aus dem Umstande der erhaltenen Function schliessen zu wollen, dass die zerstörten Nervenfasern mit der in Frage stehenden Leitung nichts zu thun hätten, nicht zu der „Bahn" gehörten.

Es ergibt sich aber weiterhin, dass man mit der Aufstellung von Bahnen behutsam sein muss, namentlich, sobald sie ein Internodium, die Strecke zwischen zwei nervösen Stationen, überschreiten.

So wie es keine ausgebildeten apolaren Ganglienzellen gibt, ebensowenig können wir uns Gruppen von Nervenzellen physiologisch vorstellen, die nicht mit anderen Organtheilen in Verbindung stünden, und zwar wahrscheinlich zum mindesten nach zwei Seiten hin. — Das einfachste Schema eines Urnervensystems wäre (Fig. 88) eine einzige Nervenzelle *c*, mit einer von der sensiblen Peripherie *ps* kommenden, centripetalen, zuführenden und einer zur motorischen Peripherie *pm* hinziehenden centrifugalen, abführenden Faser. Dabei können wir uns (wie auch in den folgenden Fällen) statt der einzelnen Zelle *c* eine Zellgruppe und statt der einfachen Fasern *ps-c* und *pm-c* entsprechende Faserbündel vorstellen; damit, dass *c* einer Gruppe von Zellen entspricht, wäre dies Schema selbst dann verwendbar, wenn man unbedingt daran festhält, der Nervenzelle nur einen einzigen Axenfortsatz zuzugestehen.

Der erste Schritt zur Complication des Apparates ist es, wenn sowohl die centripetale, wie die centrifugale Faser durch je eine Nervenzelle unterbrochen werden und diese beiden Zellen *s*, *m* (Fig. 89) eine Verbindungsfaser *sm* erhalten. Selbstverständlich ist hierbei immer zu beachten, dass die „Fasern" zunächst nur physiologisch aufzufassen sind; es soll beispielsweise damit nur gesagt sein, dass die Zelle (Zellgruppe) *s* nach drei Seiten hin — *ps*, *c*, *m* — wirken kann, ohne Rücksicht darauf, ob wir uns vorstellen, dass von ihr drei gleichartige zu Nervenfasern werdende Fortsätze abgehen, oder dass diese Einwirkung etwa durch Vermittlung eines Fasernetzes stattfindet.

Schon bei diesem zweiten Falle kann der Weg von *ps* nach *pm* auf zweifache Weise, entweder über *s-c-m* oder direct von *s* nach *m* zurückgelegt werden.

Bedenkt man nun, um wie viel complicirter die Verhältnisse sich schon im Centralnervensystem niedrig organisirter Thiere darstellen, so wird man leicht die beinahe unübersehbare Mannigfaltigkeit der bestehenden nervösen Verbindungen begreifen. Es lässt sich sogar direct sagen, dass jeder Theil des Nervensystems mit jedem anderen Theile dieses Organes in leitende Verbindung gebracht ist; nur besteht ein Unterschied in der Innigkeit dieses Zusammenhanges, ohne Rücksicht auf die topographische Lage der betreffenden Theile; hingegen gibt es im Nervensystem keine isolirten Gebiete, Inseln, die vollständig unabhängig von den anderen Partien functioniren. Um wieder auf den früheren Vergleich zurückzukommen — zwischen manchen

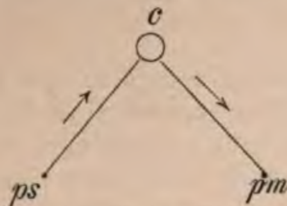


Fig. 88. *c* centrale Nervenzelle, *ps* sensible Peripherie, *pm* motorische Peripherie.

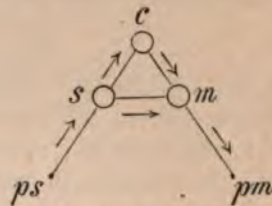


Fig. 89. *c* centrale Nervenzelle, *ps* sensible Peripherie, *s* eingeschaltete sensible Nervenzelle, *pm* motorische Peripherie, *m* eingeschaltete motorische Nervenzelle.

Stationen bestehen viele und directe Züge, Eilzüge, zwischen zwei anderen Stationen gibt es nur wenige, langsame Züge mit häufigem Umsteigen; wie die directen Züge schneller vorwärts bringen als jene, die in vielen Stationen anhalten, so lehrt auch die Experimentalphysiologie, dass die Nervenleitung gelegentlich jeder Unterbrechung durch eine Ganglienzelle nach Umständen in verschiedenem Grade verlangsamt wird.

Auf experimentellem Wege ist man allerdings im Stande, isolirte Nervengebiete mit selbständiger Function zu erzeugen, z. B. mittelst Querdurchtrennung des Rückenmarkes, worauf dann der caudale Theil weiterleben und functioniren kann, nachdem er vom übrigen Centralnervensystem vollständig abgetrennt worden ist.

Man muss berücksichtigen, dass die einzelnen Theile grösserer, ausgedehnter grauer Massen in zweifacher Weise untereinander verbunden sein dürften, einmal schon durch längere Faserbündel, welche eine directe Communication zwischen zwei entfernt vonein-

ander liegenden Punkten herstellen, beispielsweise zwischen einer Stelle der Grosshirnrinde am Stirntheile und einer anderen Rindenstelle am Scheiteltheile (man pflegt derartige Fasern als Associationsfasern zu bezeichnen). Eine zweite Möglichkeit der leitenden Verbindung und functionellen Influencirung ist aber in der grauen Substanz selbst gegeben; es ist dies eine indirecte Verbindung durch Vermittlung des daselbst nie fehlenden dichten Nervennetzes. Auf diesem letzteren Wege kann die Erregung von jedem Punkte der Hirnrinde zu jeder beliebigen anderen Rindenstelle derselben Hemisphäre gelangen. Diese äusserst wichtige Verknüpfungsweise der grauen Massen ist bisher physiologisch noch nicht genügend ausgebeutet worden.

Wir haben früher erwähnt, dass wir zwei Gruppen von Nervenfasern, homodesmotische und heterodesmotische, zu unterscheiden haben, je nachdem sie coordinirte oder subordinirte graue Massen miteinander verbinden. Eine weitere Eintheilung ergibt sich aus dem Umstande, ob die betreffende Faser auf ihrem Wege die Mittellinie überschreitet, also zwei Stationen miteinander in Connex bringt, die verschiedenen Körperhälften angehören, oder ob sie an derselben Körperseite bleibt. Jene Fasern, welche über die Mittellinie ziehen, bilden entweder eine Decussation (Kreuzung) oder eine Commissur.

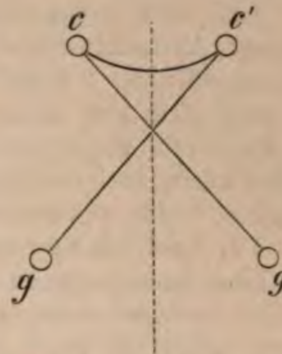


Fig. 90. *c* und *c'* Rindenzellen, *g* und *g'* Nervenzellen einer anderen Kategorie, *cc'* Commissurenfaser, *cg'* und *c'g* Kreuzungsfasern.

Eine **Kreuzung** wird durch heterodesmotische Faserbündel erzeugt, welche ungleichwerthige graue Massen beider Hemisphären verbinden und sich in der Medianebene mit den entsprechenden Bündeln der anderen Seite treffen — sich kreuzen (Fig. 90 *cg'* und *c'g*). Zur Bildung einer **Commissur** hingegen treten homodesmotische Bündel zusammen, die, zwischen gleichwerthigen grauen Substanzen ausgespannt, die Mittellinie überschreiten *(cc')*.

An dieser Stelle mag gleich bemerkt werden, dass der Aufbau des Centralnervensystems typisch ein völlig symmetrischer zu sein scheint. Abgesehen von rein teratologischen oder pathologisch erworbenen Asymmetrien, finden sich allerdings, namentlich an manchen Gegenden, gewisse auffällige, aber nicht eigentlich typische Ungleichheiten beider Seiten; namentlich auffällig ist dies für die Grosshirn-

windungen. Solche Abweichungen von der strengen Symmetrie pflegen an höher entwickelten Gehirnen häufiger und in die Augen springender zu sein, als an tiefstehenden.

Ueber den intracerebralen und intraspinalen Verlaufstypus der peripheren Nervenfasern, d. h. jener Fasern, welche an dem peripheren, distalen Ende einen motorischen oder sensiblen Endapparat tragen, lassen sich einige Besonderheiten aussagen, die namentlich für die Auffassung der Nervenkerne bedeutungsvoll sind.

Unter **Kern, Ursprungskern** eines Nerven verstehen wir eine Zellgruppe, in welcher die peripheren Fasern dieses Nerven ihr centrales, proximales Ende finden.

Für jeden peripheren Nerven müssen wir einen oder mehrere Ursprungskerne annehmen, die in ihrer Gesammtheit zur Constituirung der pag. 208 unter 3 angeführten grauen Massen zusammentreten. Es ist auch nicht eine einzige Nervenfaser nachgewiesen, welche von der Peripherie direct ohne Unterbrechung bis an die Grosshirnrinde reichen würde; auch bezüglich der Kleinhirnrinde ist dies zum mindesten in hohem Grade unwahrscheinlich.

Der Ausdruck **Nervenwurzel** wird in zweifachem Sinne gebraucht und kann daher leicht zu Missverständnissen Veranlassung geben; da er aber in beiden Bedeutungen vollkommen eingebürgert ist, wird es schwer fallen, ihn durch zwei andere zu ersetzen.

Unter „Wurzel eines Nerven" versteht man in der groben Anatomie häufig jene Bündel, die aus dem Gehirne (respective Rückenmarke) frei austreten, also den scheinbaren Ursprung der Nerven, die periphere Wurzel; oder aber man bezeichnet als Wurzel jene Faserzüge, welche, aus dem Kerne, respective den differenten Kernen der Nerven stammend, gegen den scheinbaren Ursprung hin die centrale Nervenmasse durchziehen und also den reellen Ursprung der Nerven darstellen: centrale Wurzel. So entspringt beispielsweise der Nervus trigeminus mit zwei peripheren Wurzeln, besitzt aber zum mindesten sechs centrale Wurzeln.

Für alle motorischen Nervenwurzeln lässt sich nun weiter sagen (Fig. 91), dass ein Theil der Wurzelfasern *(n, n')* in Zellen derselben Körperhälfte *(m, m')*, ein anderer Theil aber an der entgegengesetzten Seite *(m, m')* ende. Es geht demnach immer ein Theil der Wurzelfasern eine Kreuzung ein, und zwar ist der gekreuzte Antheil relativ um so ausgiebiger, je weniger die zu versorgenden Muskeln unabhängig von denen der anderen Seite einseitig zu functioniren pflegen. Solche Muskelgruppen, die gewöhnlich bilateral gleichzeitig

in Action treten, z. B. die Schlundmuskeln, werden reichlicher auch von der anderen Seite her innervirt, als beispielsweise die Muskeln der Finger.

Ein ähnlicher Ursprungstypus ist für die sensiblen Nervenwurzeln nicht nachzuweisen, zum mindesten ist er nicht auf alle Fälle anwendbar, indem wir sensible Nerven kennen, die wahrscheinlich vollständig in Kernen derselben Seite enden, z. B. der Nervus olfactorius.

Es stellt sich bezüglich der sensiblen Nerven noch eine Schwierigkeit heraus, nämlich die Stellung der Spinalganglien an den hinteren Rückenmarkswurzeln und die Analogisirung der entsprechenden Zellgruppen an den sensiblen Gehirnnerven. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch vermehrt, dass nach den Beobachtungen von *Freud*,

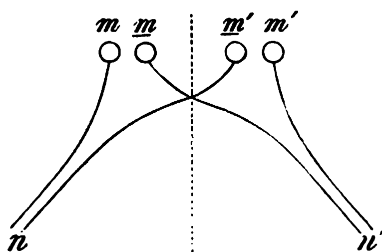


Fig. 91. *n* und *n'* motorische Nervenwurzeln, *m*, *m*, *m'* und *m'* Zellen der beiderseitigen Ursprungskerne, *m* und *m'* für die ungekreuzten, *m* und *m'* für die gekreuzten Fasern.

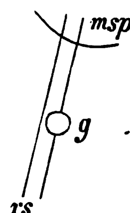


Fig. 92. *rs* hintere, sensible Nervenwurzel, ein Theil der Fasern geht direct ins Rückenmark, *msp*; ein anderer Theil wird durch Zellen der Spinalganglien *g* unterbrochen.

Joseph u. A. nur ein Theil der in den peripheren Pol des Spinalganglions eintretenden Nervenfasern, *rs* (Fig. 92), mit den daselbst befindlichen Zellen, *g*, sich verbindet. Wir hätten demnach in dem Stücke der hinteren Nervenwurzel, welches zwischen Ganglion und Rückenmark, *msp*, gelegen ist, zweierlei Fasern zu unterscheiden: periphere Fasern im strengen Sinne des Wortes, die direct von der Peripherie herstammen; und ferner solche, die bereits in den Zellen des Spinalganglions eine Unterbrechung erlitten haben, daher eigentlich schon als centrale Fasern anzusehen sind.

Die motorischen Nervenwurzeln wachsen aus den verlängerten Axenfortsätzen von Zellen heraus, welche im ventralen Theile des Medullarrohres liegen. Anders verhalten sich die hinteren Wurzeln; jede Zelle des Spinalganglions hat zwei Fortsätze, den peripheren, welcher in den sensiblen Nerven eingeht, und einen centralen, der in das Centralnervensystem in der hinteren Wurzel eindringt *(His)*.

Anhangsweise darf auch bemerkt werden, dass directe Nervenverbindungen zwischen zwei Stellen der Körperperipherie ohne Einschaltung von Nervenzellen nicht vorhanden sind.

Jeder Ursprungskern eines peripheren Nerven muss nun weiterhin mit anderen Theilen des Centralnervensystems in Beziehung stehen. Es sind dies verschiedenartige Faserzüge, die da in Betracht kommen, und zwar hauptsächlich Verbindungen

1. mit dem gleichnamigen Nervenkerne der anderen Seite;
2. mit anderen Nervenkernen;
3. mit verschiedenen secundären Gangliencentren;
4. mit der Kleinhirnrinde;
5. mit der Grosshirnrinde, direct oder indirect.

Commissurenfasern zwischen den gleichnamigen Nervenkernen *(1)* sind in hohem Grade wahrscheinlich, allein nur an einzelnen Stellen, z. B. für den Oculomotoriuskern *(Nussbaum)*, für den Hypoglossuskern *(Koch)* mit voller Sicherheit nachgewiesen. *Flechsig* meint, dass für die drei höheren Sinnesnerven solche Commissurenfasern zwischen den Ursprungskernen sicher demonstrirt werden könnten, dass aber diese Einrichtung allen Sinnesnerven zukommen dürfte.

Verbindungen verschiedenartiger Nervenkerne *(2)* untereinander, theils in gekreuzter, namentlich aber in ungekreuzter Weise, sind reichlicher vorhanden; so besteht wahrscheinlich das hintere Längsbündel zum grossen Theile aus derartigen Längsverbindungen zwischen den hintereinander liegenden Nervenkernen. Eine directe Verbindung zwischen einem sensiblen und einem motorischen Nervenkerne wird mit den beiden dazu gehörigen peripheren Nerven den einfachsten Reflexbogen darstellen.

Verbindungen der Nervenkerne mit secundären Ganglienmassen *(3)* z. B. Thalamus opticus, Globus pallidus, Vierhügel, Kniehöcker, Oliven u. s. w., sind für viele Nervenbahnen sicher nachgewiesen und dürften wohl für alle ausnahmslos bestehen.

In welcher Weise die Kleinhirnrinde *(4)* mit den Nervenursprüngen zusammenhängt, ist meist noch dunkel; für die spinalen hinteren Wurzeln und einen Theil des Nervus acusticus glauben wir aber diese Verbindungswege bereits zu kennen. Ein unzweifelhafter directer Faserzug zwischen einem motorischen Nervenkerne und der Kleinhirnrinde konnte bisher nicht aufgefunden werden.

Besonderes anatomisches und physiologisches Interesse beanspruchen aber die sogenannten centralen Verbindungen der Nerven *(5)*, d. h. jene Faserzüge, welche die Urprungskerne mit der Grosshirn-

rinde verbinden. Diese centrale Bahn ist wohl für alle Nerven eine partiell gekreuzte, doch fällt es schwer, die relative Grösse des gekreuzten und ungekreuzten Antheiles — welches Verhältniss jedenfalls für die einzelnen Nerven ein äusserst verschiedenes ist — genau zu ermitteln. Für viele der im Hinter- und Nachhirn entspringenden Nerven haben wir die centrale Bahn im Bereiche der Fibrae arcuatae internae (mit Einschluss der Striae acusticae) zu suchen; die Kreuzung findet meistentheils unter sehr spitzem Winkel in der Raphe statt.

Ein besseres anatomisches und physiologisches Verständniss des Centralnervensystems darf auch erwartet werden, wenn wir auf der Basis sicherer Erfahrungen dadurch Ordnung und Klarheit in die nahezu unübersehbare Menge von Details bringen könnten, dass wir mehr als bisher erlaubt ist, zusammenfassend und homologisirend vorgehen. Wir werden dann Faserbündel oder Zellgruppen, die gegenwärtig noch ihre speciell gesonderte Betrachtung verlangen, als gleichartig vereinigen können, und damit ein wesentlich vereinfachtes Gesammtbild erzielen. — So ist beispielsweise der Tractus nervi optici wenigstens in einem gewissen Sinne ein den sensiblen Leitungsbahnen des Rückenmarkes homologes Gebilde; eine weitere Durchführung dieser Homologie führt zu einer richtigeren Auffassung vieler mit dem Tractus opticus in Verbindung stehender Gebilde.

Wenn wir auch eine derartige Homologisirung nicht bis zum Extrem anwenden dürfen, so wird sie doch auch dadurch von unschätzbarem Werthe für die Auffassung der centralen Leitungsbahnen, dass wir durch diese Betrachtungsmethode auf Abweichungen von einem als Norm hingestellten Schema aufmerksam gemacht werden; in solchen Fällen müssen wir dann nachsehen, an welcher Seite etwa ein Irrthum vorliegt oder, falls ein solcher mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, sollen wir die physiologischen und anatomischen Ursachen dieser Differenzen aufzuklären trachten.

Von den relativ einfacheren und klareren Verhältnissen, wie sie das Rückenmark darbietet, ausgehend, suchen wir die dort gewonnenen Erfahrungen auch auf das complicirtere verlängerte Mark und weiter hinauf zu übertragen.

Im Grossen und Ganzen dürfte ein motorischer Rückenmarksnerv ähnliche centrale Beziehungen darbieten, wie ein motorischer Hirnnerv, und desgleichen wird sich auch auf sensiblem Gebiete eine Parallele herstellen lassen. Diese Erwägung wird es uns dann in manchen Fällen ermöglichen, dunkle Stellen aufzuklären, sie wird uns gelegentlich wichtige Fingerzeige liefern, worauf wir bei der anatomischen Durchforschung der Centralorgane unser Augenmerk zu richten haben, wo wir etwa gewisse Faserverbindungen aufsuchen sollen, die wir

als physiologisches Postulat ansehen müssen, oder aber aus Analogieschlüssen erwarten dürfen.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit im Verlaufe der verschiedenen centralen Nervenbündel, sowie bei der daraus resultirenden Schwierigkeit, einen halbwegs klaren Ueberblick über das anscheinend unlösbare Fasergewirre zu gewinnen, hat man schon lange und wiederholt zu dem Hilfsmittel des Verallgemeinerns, des Schematisirens gegriffen. Auch wir haben uns in den vorhergehenden Auseinandersetzungen zu verschiedenenmalen genöthigt gesehen, auf derartige Erleichterungen der Darstellung hinzuweisen.

Für das Verständniss der Nervenwurzeln ist die von *Ch. Bell* eingeführte Unterscheidung in motorische und sensible Wurzeln äusserst wichtig, aber gewiss nicht streng durchführbar oder genügend.

Die *Bell*'sche Zweitheilung erfuhr daher vielfache Modificationen und Ergänzungen. So hat *A. Hill* eine Vierwurzeltheorie aufgestellt; die vorderen Rückenmarkswurzeln enthalten nach seiner Anschauung drei Arten von Fasern: von den Zellen des Vorderhorns, des Seitenhorns und der *Clarke*'schen Säulen, denen verschiedenartige Functionen, wenn auch durchwegs auf motorischem Gebiete, zukommen; die hinteren Rückenmarkswurzeln enthalten sensible Fasern. Dasselbe Schema soll dann auch für die cerebralen Nervenursprünge gelten; selbstverständlich finden dabei mancherlei Verschiebungen rücksichtlich dieser verschiedenen Faserarten statt. So würden beispielsweise die den eigentlichen Vorderhornnerven entsprechenden Wurzelfasern im Nervus hypoglossus und in den Augenmuskelnerven austreten, während die aus dem Seitenhorn stammenden Fasern durch den Nervus accessorius, die motorischen Antheile des Nervus vagus und Nervus glossopharyngeus, den Nervus facialis und die motorische Trigeminuswurzel vertreten erscheinen.

Will man nun ein Schema des gesammten Hirn- und Rückenmarkbaues aufstellen, welches einfach und übersichtlich ist, so gelingt dies wegen der grossen Verschiedenheit der einzureihenden Bestandtheile nicht; denn geht man auf diese Verschiedenheiten ein, dann erhält man leicht ein Schema, welches in hohem Grade complicirt ist und nur verwirrend wirkt.

Wir sehen also, dass die Aufstellung eines in jeder Beziehung befriedigenden Schemas noch mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Immerhin ist es am Platze, mit kurzen Worten einige wenige dieser allgemeinen Darstellungen zu skizziren:

Luys nimmt seinen Ausgangspunkt von den centralen Grosshirnganglien (Schweifkern, Linsenkern und Sehhügel); sie bilden den eigentlichen Centralpunkt, gegen welchen von zwei Seiten her sämmtliche Nervenbahnen convergiren; es gibt zwei Hauptsysteme von convergirenden Fasern, und zwar 1. Fibres convergentes inférieures, welche sämmtliche Bahnen umfassen, die von der Peripherie gegen die Centralganglien hinführen — ohne Rücksicht auf ihre Leitungsrichtung —, und 2. Fibres convergentes supérieures, d. i. der Inbegriff aller von der Hirnrinde ausgehenden Fasern, die ebenfalls sämmtlich den Centralganglien als Centrum zustreben. — Alle Faserbahnen der ersten Kategorie sind auf ihrem Wege von der Peripherie bis zu den Ganglien — der immer die Mittellinie überschreitet — durch anderweitige graue Substanzen unterbrochen, dabei bleiben aber die den beiden Körperhälften angehörigen Fasersysteme voneinander unabhängig. Die Faserbahnen der zweiten Art, die „Fibrae convergentes superiores", gehen ununterbrochen und ungekreuzt von der Hirnrinde zu den Ganglien, sind aber durch ein besonderes System von Commissurenfasern mit denen der anderen Seite innig verknüpft.

Meynert geht bei der schematischen Darlegung des Gehirn- und Rückenmarksbaues von der Grosshirnrinde aus, als von jenem Organe, an dessen Thätigkeit die Bewusstseinsvorgänge geknüpft sind. Alle jene Bahnen nun, welche die Beziehungen zwischen der Grosshirnrinde und der Aussenwelt vermitteln, werden in ein Hauptsystem zusammengefasst. Da durch die Fasern dieses Systems die Sinnesbilder gewissermassen auf die empfindende Hirnrinde projicirt werden, da ferner nicht nur die Bewegungen des eigenen Körpers als Quelle der Bewegungsgefühle in gleicher Weise einen Theil der projicirten Aussenwelt für das Gehirn darstellen, sondern auch die Hirnrinde vermittelst der motorischen Nervenbahnen die Erregungszustände, welche ihr durch die Empfindungsnerven übertragen wurden, gleichsam wieder nach aussen reflectirt, benennt er die Gesammtheit dieser Leitungsbahnen als „Projectionssystem".

Der Contact der Rindenzellen untereinander wird aber hergestellt einerseits durch „Commissurensysteme" zwischen identischen Partien beider Hemisphären und andererseits durch „Associationssysteme" zwischen näher oder ferner auseinanderliegenden Stellen der gleichen Hemisphäre. Eine besondere Kategorie von Markbündeln der Grosshirnlappen verknüpft dieselben mit der Kleinhirnrinde.

Das Projectionssystem gliedert sich durch die Einschaltung zweier Arten von grauen Massen weiterhin folgendermassen: das oberste, erste Glied ist ein im Allgemeinen radiäres System, von der Hirnrinde bis zu den centralen Ganglien (Stabkranz), das zweite

Glied reicht von den Ganglienmassen bis zum centralen Höhlengrau (Hirnschenkelsystem), und das dritte Glied des Projectionssystems wird durch die peripheren Nerven dargestellt, welche aus dem centralen Höhlengrau, vom Aquaeductus Sylvii angefangen bis zum untersten Rückenmarksende hinab, entspringen.

Einfach ist das Schema von *A. Hill.* Das Centralnervensystem besteht wesentlich aus zwei grauen Röhren erstens aus dem ursprünglich angelegten centralen Höhlengrau, um den Centralcanal gelagert, und einer zweiten, secundär entstandenen, allerdings dann vielgestaltigen grauen Röhre, welche die Oberfläche der Hirnbläschen bedeckt. Diese zwei ineinandergesteckten Röhren werden durch die Markfasern der weissen Substanz miteinander in Verbindung gesetzt. Die centrale graue Röhre steht in directer Beziehung zu den vorderen und den hinteren Wurzeln, sie ist in Segmente, Metameren, getheilt und umfasst auch den Thalamus opticus. Die periphere graue Röhre enthält zwei Hauptrindengebiete: die Rinde des Grosshirns und des Kleinhirns, welche durch zu- und abführende Fasern mit den einzelnen Metameren der centralen grauen Röhre in Verbindung gebracht sind; sie erscheint demnach ebenfalls in Gebiete zertheilt, welche mit den peripheren Nerven nur indirect zusammenhängen.

Wenn im Vorhergehenden versucht wurde, in wenigen Worten einen wenn auch nur oberflächlichen Ueberblick über die Schemata von *Luys*, *Meynert* und *Hill* zu geben, so ist ein derartiger Versuch bezüglich anderer Darstellungen des Hirnbaues kaum mehr zu unternehmen.

Aeby geht gleichfalls von dem Grundgedanken aus, dass das Rückenmark in eine Anzahl von „Segmenten" zerfalle, deren jedes einem vorderen und einem hinteren Nervenpaare entspreche, und dass in gleicher Weise, soweit die cerebralen Nerven ihren Ursprung nehmen, auch ein Theil des Gehirns eine ähnliche segmentale Gliederung zulasse; hiervon wäre das nicht segmentale Stammgebiet, sowie das Hemisphärengebiet des Gehirns zu trennen. Auf Grundlage dieser Haupteintheilung führt dann *Aeby* die anatomischen Beziehungen der grauen Ganglienmassen und der weissen Faserstränge durch.

Einen „Plan des menschlichen Gehirns" hat *Flechsig* entworfen, auf dessen nähere Darstellung in Kürze auch nicht eingegangen werden kann; es sei nur erwähnt, dass er die Leitungsbahnen unter folgende vier Hauptsysteme subsumirt: 1. die (relativ) directen Verbindungen der Grosshirnrinde mit den motorischen und sensorischen Nerven; 2. System des Thalamus opticus; 3. System der Brückenkerne; 4. Systeme der Grosshirnschenkelhaube, an welche sich die Fasern des Strickkörpers, sowie gewisse Rückenmarksstränge anschliessen.

Meynert, Vom Gehirn der Säugethiere Stricker's Handbuch, II. *Danilewsky*, Die quantitativen Bestimmungen der grauen und weissen Substanz im Gehirn. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1880. *Joseph*, Archiv f. Phys. 1887. *His*, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks. Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1886. *Hill*, The grouping of the cranial nerves. Brain 1888. *Luys*, Rercherches sur le système nerveux cérébro-spinal. Paris 1865. *Hill*, The plan of the central nervous system. Cambridge 1885. *Aeby*, Schema des Faserverlaufes im menschlichen Gehirn und Rückenmark. 2. Aufl. Bern 1884. *Flechsig*, Plan des menschlichen Gehirns. Leipzig 1883.

1. Topographische Durchsicht des Rückenmarkes.

Den inneren Bau des Rückenmarkes studirt man zunächst am besten an solchen Durchschnitten, die senkrecht auf die Längsaxe des gehärteten Organs gelegt werden. Es trägt aber sehr zum Verständniss der anatomischen Verhältnisse des Rückenmarkes bei, wenn man dann auch andere Schnittrichtungen wählt. Dazu nehme man zunächst 1 bis 1·5 Centimeter lange Stückchen des Markes aus der Gegend der Hals- oder Lendenanschwellung, welche man tangentiell zu einem Seitenstrang in sagittale, der Längsaxe parallele Schnitte zerlegt. Ferner mache man Längsschnitte in frontaler Richtung; schliesslich lassen sich durch Combination dieser drei Schnittrichtungen noch verschiedene Schiefschnitte erzeugen, die unter Umständen auch Bedeutung gewinnen können. Bei Anfertigung der Längsschnitte empfiehlt es sich, dieselben auf Collodiumplatten aufzutragen (pag. 14) und wenn auch keine lückenlose, so doch eine solche Serie anzulegen, dass mindestens 15 bis 20 Schnitte aus einer Rückenmarkshälfte gewonnen werden. Verzichtet man darauf, histologisch untadelhafte Präparate herzustellen, dann ist es rathsam, das Rückenmark nach drei- bis sechswöchentlichem Aufenthalte in chromsaurem Kali in früher angegebener Weise in Alkohol zu übertragen und mit Celloidin zu durchtränken. Möglichst frisch eingelegte Rückenmarke von Thieren (grosse Thiere, wie Pferde, Ochsen, geben besonders schöne Präparate) brauchen die Nachhärtung in Alkohol und Celloidineinbettung nicht, können mit dem *Gudden*'schen Mikrotome geschnitten werden und sind dann weitaus das geeignetste Material für schöne Karminpräparate, sowie für das Studium der feineren Structurverhältnisse überhaupt.

Da der innere Bau des Rückenmarkes in den verschiedenen Gegenden dieses Organes ein wechselnder ist, und es als wünschenswerth gelten muss, von jedem Querschnitte wenigstens annäherungsweise angeben zu können, aus welcher Höhe er entnommen ist, so wird es nothwendig, eine grössere Anzahl von Präparaten, vom oberen

Halsmarke beginnend, bis zum Filum terminale hinab anzufertigen. Während der Herstellung dieser Schnittreihe müssen die Präparate bei schwächster Vergrösserung controlirt werden; die eingehendere histologische Betrachtung kann später nachfolgen. Es werden daher auch zunächst nur jene Verhältnisse Besprechung finden, wie sie etwa mit Objectiv Nr. 2 *(Hartnack, Reichert)* leicht beobachtet werden können.

Bei diesen Rückenmarksschnitten, sowie auch häufig in anderen Fällen, scheint es am besten, zwei parallele Reihen von Präparaten anzufertigen, die man zweckmässig nach verschiedenen Methoden der Färbung behandelt. Eine Reihe tingire man mit Alaunhämatoxylin und dann mit Karmin, oder besser nur mit Karmin allein; in allen Fällen, wo es sich nicht um pathologische Veränderungen handelt, wird man die Kernfärbung mit Alaunhämatoxylin lieber nur an einzelnen Präparaten vornehmen. Die zweite Reihe wäre nach einer der pag. 21 bis 26 beschriebenen Methoden der Markscheidenfärbung mit eventueller Nachfärbung zu behandeln. — Es bleibt selbstverständlich nicht ausgeschlossen, gelegentlich auch noch andere der bewährten Tinctionsmethoden zu versuchen.

Bei der üblichen Methode, das Gehirn aus der Schädelkapsel zu entfernen, wird das Halsmark meist in der Weise durchschnitten, dass wir den ersten vollständigen Querschnitt durch dasselbe etwa in der Höhe des zweiten oder dritten Cervicalnerven anlegen können.

Wir wollen mit der Betrachtung eines solchen Querschnittes beginnen (Fig. 93, gezeichnet ist nur eine Hälfte des Präparates).

Zuerst springt in die Augen, dass das Präparat in zwei nahezu symmetrische Hälften zerfällt. Es senkt sich nämlich an der ventralen Seite die Fissura longitudinalis ventralis, *Fsla,* in die Rückenmarkssubstanz ein; nachdem sie nahezu bis zu einem Drittheil des Rückenmarksdurchmessers dorsalwärts eingedrungen ist, spaltet sie sich in zwei kurze, lateral gerichtete Ausläufer. Vom Sulcus longitudinalis dorsalis, *Fslp,* geht ein Bindegewebsseptum direct ventralwärts (Septum medianum dorsale, *Smd)*, beinahe noch einmal so tief als die Fissura ventralis, welche es auch nahezu erreicht; zwischen beiden bleibt nur eine schmale Brücke Nervensubstanz zurück, die als Commissura medullae spinalis, *Cm,* beide Rückenmarkshälften verbindet.

Deutlich differenziren sich im Rückenmarke der weisse Markmantel und die graue Centralmasse. Letztere wird allseitig von Markmasse eingeschlossen.

An dem Schnitte aus der Gegend des dritten Cervicalnerven, den wir vorderhand ausschliesslich in Betracht ziehen, erscheint die graue Rückenmarkssubstanz jeder Seite, von der Commissur abgesehen,

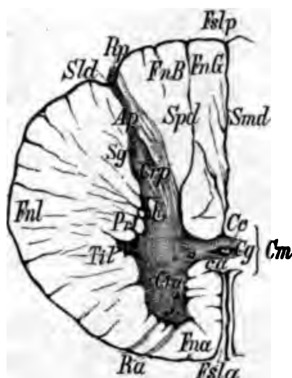


Fig. 93.



Fig. 94.



Fig. 95.



Fig. 96.



Fig 97



Fig 98.


Fig. 99.

Fig. 93—99. Querschnitte durch das menschliche Rückenmark. Karminfärbung. Vergr. 5.

Fig. 93. Querschnitt in der Höhe des dritten Cervialnerven. *Cg* Commissura grisea, *Ap* Apex, *Ca* Commissura alba, *Cc* Centralcanal, *Cm* Commissura medullae spinalis, *Cra* Vorderhorn, *Crp* Hinterhorn, *Fna* Vorderstrang, *FnB* *Burdach*'scher Strang, *FnG* *Goll*'scher Strang, *Fnl* Seitenstrang, *Fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Fslp* Fissura longitudinalis posterior, *k* Respirationsbündel von Krause, *Pr* Processus reticularis, *Ra* Radix anterior, *Rp* Radix posterior, *Sg* Substantia gelatinosa Rolandi, *Sld* Sulcus lateralis dorsalis, *Smd* Septum medianum dorsale, *Spd* Septum paramedianum dorsale, *Til* Tractus intermedio-lateralis.

Fig. 94. Querschnitt in der Höhe des sechsten Cervialnerven. *Pcm* Processus cervicalis medius cornu anterioris, *Til* Seitenhorn.

Fig. 95. Querschnitt im Gebiete des dritten Dorsalnerven. *CCl* *Clarke*'sche Säule.

Fig. 96. Querschnitt in der Höhe des zwölften Dorsalnerven. *CCl* *Clarke*'sche Säule.

Fig. 97. Querschnitt im Gebiete des fünften Lendennerven. *m* mediale Zellgruppe des Vorderhorns, *lv* lateral-ventrale, *ld* lateral-dorsale und *c* centrale Zellgruppe.

Fig. 98. Querschnitt im Gebiete des dritten Sacralnerven. *m* mediale, *ld* lateral-dorsale Zellgruppe.

Fig. 99. Querschnitt durch den unteren Theil des Conus medullaris im Ursprungsgebiete des Nervus coccygeus.

als ein langgestreckter Körper, mit der Längsaxe beinahe genau sagittal gestellt; er weicht in der dorsalen Hälfte nur ein wenig lateralwärts ab; die Form der gesammten grauen Masse in beiden Hälften ist demnach die eines *H*, dessen Querbalken durch die Commissur dargestellt wird. Die Hauptmasse der grauen Substanz ist im ventralen Theile des Markes gelegen und wird als Vorderhorn (Cornu anterius, *Cra*) bezeichnet, während der schmächtigere, fast bis an die Peripherie heranreichende dorsale Theil Hinterhorn (Cornu posterius, *Crp*) genannt wird.

Bedenkt man, dass sowohl Vorderhorn als Hinterhorn sich durch die ganze Länge des Rückenmarkes hindurch erstrecken, demnach in Wirklichkeit graue Säulen von der Höhe der Rückenmarkslänge darstellen, so wird man auch die häufig gebrauchten Bezeichnungen: „Vordersäule (Columna anterior) und Hintersäule (Columna posterior)" gerechtfertigt finden.

Als Seitenhorn (mittleres Horn, Tractus intermedio-lateralis, *Til*) bezeichnet man jene kurze Ausbauchung der grauen Substanz, welche etwa gegenüber der Commissur lateralwärts von der grauen Hauptmasse abgeht. Der einspringende Winkel zwischen dem Seitenhorne und dem Beginne des Hinterhornes wird ausgefüllt durch Balken grauer Substanz, *Pr* (Processus reticularis, von Manchen, z. B. *Goll*, als Seitenhorn bezeichnet), welche zwischen sich den Raum für das Durchpassiren weisser Faserbündel freilassen.

Die Form des Vorderhornes ist eine kolbige, während das Hinterhorn als spindelförmig bezeichnet werden darf. Die lang ausgezogene Spitze dieser Spindel, *Ap* (Apex cornu posterioris), setzt sich anscheinend bis an die Peripherie zum Sulcus lateralis dorsalis fort, doch erreicht das Hinterhorn niemals die Oberfläche des Rückenmarkes, von der es in allen Höhen durch ein Markgebiet (*Lissauer's* Randzone oder *Waldeyer's* Markbrücke) getrennt erscheint. Die Stelle, an welcher das Hinterhorn mit der übrigen centralen grauen Rückenmarksmasse zusammenhängt, bezeichnet man als Basis, eine dann meist folgende Verschmächtigung als Hals und den eigentlichen Körper der Spindel als Kopf des Hinterhorns.

Man pflegt gewöhnlich zwei Arten von grauer Substanz zu unterscheiden, die sich am Karminpräparate auch schon bei schwacher Vergrösserung differenziren: Substantia spongiosa und Substantia gelatinosa.

Die letztere, welche sich durch intensive Karminfärbung kennzeichnet, ist auf zwei Stellen der grauen Substanz beschränkt, und zwar erstens auf die nächste Umgebung des Centralcanals (Substantia gelatinosa centralis) und ferner auf einen Theil des Hinterhorns; an

letzterer Stelle bildet sie eine Kappe um den Kopf des Hinterhornes, *Sg* (Substantia gelatinosa Rolandi), deren Oeffnung (Concavität) ventralwärts sieht, während sie sich selbst dorsalwärts in den Apex erstreckt. Der übrige weitaus beträchtlichere Theil der grauen Substanz wird als Substantia spongiosa bezeichnet.

Aus dem Vorderhorn sieht man die ventralen, vorderen Nervenwurzeln, *Ra*, entspringen; sie treten nämlich aus seinem ventralen Rande als mehrere (drei bis acht) dünne Bündel markhaltiger Nervenfasern heraus, welche mit einer deutlich ausgesprochenen Schwenkung nach der Seite hin die weisse Substanz nahezu horizontal durchsetzen.

Schon bei schwächster Vergrösserung sind grosse Nervenzellen im Vorderhorn bemerkbar, welche zum grossen Theile als Ursprungszellen für die vorderen Wurzelfasern aufzufassen sind. Im Seitenhorn ist ebenfalls eine Gruppe kleinerer, dicht gedrängter Nervenzellen leicht zu sehen; ferner findet man einzelne grosse Zellen im Processus reticularis. Als Mittelzellen bezeichnet *Waldeyer* eine Gruppe von Zellen an der Basis des Hinterhornes, welche im Halsmark, ventral von dem alsbald zu erwähnenden Respirationsbündel, am deutlichsten ist, aber bis ins Lendenmark hinab verfolgt werden kann. — Mitunter bemerkt man aus der Gegend des Processus reticularis ein auf Fig. 93 nicht dargestelltes deutliches Nervenbündel in lateral-dorsalwärts gerichtetem Bogen durch den Seitenstrang bis an die Peripherie am Seitenrande des Rückenmarkes heranziehen: Wurzelbündel des Nervus accessorius Willisii.

Die dorsalen (hinteren) Nervenwurzeln, *Rp*, kann man von ihrer Austrittsstelle im Sulcus lateralis dorsalis, *Sld*, theils an der medialen Seite des Hinterhornes in die laterale Partie des Hinterstranges hinein verfolgen, theils sieht man sie direct in die Substantia gelatinosa Rolandi einstrahlen. Erstere Bündel beschreiben während ihres Verlaufes durch den Hinterstrang mehr oder minder weite Bögen und scheinen sich ebenfalls in die graue Substanz des Hinterhornes einzusenken, in der man sie noch ein gutes Stück weit ventralwärts verfolgen kann.

In der weissen Markmasse des Rückenmarkes pflegt man für die grobe Betrachtung mehrere Abtheilungen, Stränge, zu unterscheiden:

1. Der Hinterstrang, welcher jederseits vom Septum medianum dorsale bis an das Hinterhorn heranreicht. Ein constantes, bindegewebiges Septum (Septum paramedianum dorsale, *Spd*), welches von der Peripherie convergent gegen das Septum medianum zieht und auf diesem Wege häufig einen Seitenast lateralwärts gegen die Basis des Hinterhornes entsendet, spaltet den Hinterstrang unvollständig in zwei Unterabtheilungen, von denen die mediale, kleinere, als

Goll'scher Strang oder zarter Strang (Funiculus gracilis) *FnG*, die grössere laterale als *Burdach*'scher Keilstrang (Hinterstrangsgrundbündel, laterale Hinterstrangabtheilung, Funiculus cuneatus) *FnB*, bezeichnet wird.

2. Der Seitenstrang, den man gewöhnlich von dem lateralen Rande des Hinterhornes angefangen bis zu den lateralsten vorderen Wurzelbündeln reichen lässt, *Fnl*, während

3. der Vorderstrang die ventrale und mediale Peripherie des Vorderhornes umgibt, *Fna*.

Dass diese Trennung zwischen Vorder- und Seitenstrang eine ganz künstliche ist, hat man schon lange eingesehen und beide daher häufig als Vorderseitenstrang zusammengefasst.

Ausser den genannten drei Hauptmassen weisser Substanz im Rückenmarke ist noch die weisse Commissur (Commissura alba, *ca*) zu erwähnen, welche ventralwärts von der grauen Commissur im Grunde der Fissura longitudinalis anterior als schmale Brücke beide Seitenhälften des Rückenmarkes, respective die beiden Vorderstränge verbindet.

Endlich verdient noch ein quergetroffenes kleines Nervenbündel Erwähnung, welches ausschliesslich im oberen Theile des Cervicalmarkes an der Basis des Hinterhornes, medial vom Processus reticularis gelegen, mitunter recht sehr in die Augen fällt (Respirationsbündel von *Krause*, *k*).

Wenn wir nun eine Schnittreihe vom dritten Cervicalnerven angefangen bis gegen das caudale Rückenmarksende hin durchmustern, so treffen wir auf nachfolgende, übrigens nicht unbedeutenden individuellen Schwankungen unterworfene Veränderungen:

In der Höhe des vierten Cervicalnerven bleibt die Zeichnung des Rückenmarksquerschnittes nahezu unverändert; doch bei genauerem Zusehen wird man bereits ein leichtes Anschwellen des Vorderhornes bemerken, was im Bereiche des fünften Cervicalnerven immer deutlicher wird. Hier nimmt der Gesammtquerschnitt des Markes, namentlich im queren Durchmesser, merklich zu, so dass er die Form einer Ellipse erhält, deren Excentricität bei verschiedenen Rückenmarken eine sehr wechselnde ist (Cervical- oder Halsanschwellung). Wurzelbündel des Nervus accessorius sind nicht mehr zu sehen.

Im Ursprungsgebiete des sechsten Cervicalnerven hat die Entwickelung der Halsanschwellung bereits ihr Maximum erreicht (Fig. 94). Das Vorderhorn ist mit dem Seitenhorn zu einer mächtigen Masse verschmolzen, die etwa die Form eines gleichseitigen Dreieckes hat; von jener Seite dieses Dreieckes, die gegen den ventralen Rand des Rückenmarkes sieht, geht in der Mitte ein kleiner grauer Höcker ab (Processus cervicalis medius cornu anterioris, *Prm*), welcher,

zusammen mit dem vorderen medialen Winkel des Vorderhornes und mit einem entsprechenden lateralen, diesem Theile der grauen Substanz eine dreizackige Gestalt verleiht. In jeder dieser Zacken sieht man eine Gruppe grosser Nervenzellen. Das Seitenhorn ist mit der lateralen Zacke verschmolzen, und man kann an dem dorsalwärts gewendeten (ehemals lateralen) Rande des Vorderhornes die enggedrängte Gruppe der Seitenhornzellen meist deutlich erkennen, *Til.* Auch das Hinterhorn hat, allein weitaus weniger stark als das Vorderhorn, an Grösse zugenommen, ohne dabei im Ganzen seine langgestreckte, schmächtige Gestalt einzubüssen. Es muss hervorgehoben werden, dass die Grössenzunahme des Hinterhornes fast ausschliesslich medianwärts stattfindet, so dass es nun vom Apex stufenförmig in den Hinterstrang vorspringt, eine Eigenthümlichkeit, die es weiterhin trotz sonstiger Formveränderungen fast durch den ganzen übrigen Theil des Rückenmarkes beibehält. Die oben erwähnte laterale Abweichung des Hinterhornes von der Sagittalrichtung wird nun geringer, d. h. seine Längsaxe wird nun nahezu parallel dem dorso-ventralen Durchmesser des Markes gestellt. Der Processus reticularis erscheint weniger entwickelt, ebenso verschwindet das sogenannte Respirationsbündel.

Durch das Ursprungsgebiet des siebenten Cervicalnerven erhält sich die Halsanschwellung auf dem Maximum ihrer Entwickelung, um im Bereiche des achten Cervicalnerven rasch abzunehmen. Zuerst zieht sich der Processus cervicalis medius zurück; der ventro-laterale Rand der grauen Substanz, zwischen medialer und lateraler Ecke des Vorderhornes, welch letztere mit dem Seitenhoren verschmolzen am längsten ihre massige Entwickelung aufrecht erhält, bildet nun eine leicht concave Linie.

In der Nähe des ersten Dorsalnerven verkleinert sich auch das Seitenhorn rasch und zieht sich immer mehr medianwärts zurück, so dass es zu Beginn des Dorsalmarkes (Fig. 95) nur mehr einen ganz unbedeutenden, schnabelförmigen Ansatz am lateralen Rande der grauen Substanz darstellt; dabei kann sich die charakteristische Zellgruppe des Seitenhornes am lateralen Rande der grauen Substanz bis gegen das Hinterhorn hin erstrecken. Es ist demnach wieder die Form des *H,* wie sie im oberen Cervicalmark bestand, hergestellt. doch erscheint eine Verwechselung beider Querschnitte nicht möglich, denn im Dorsalmark ist die graue Substanz weitaus schmäler und zarter, das Respirationsbündel fehlt, der Processus reticularis ist wenig ausgebildet, das Hinterhorn etwas weniger lateralwärts gewandt und besitzt jene oben beschriebene Stufe an seinem medialen Rande, und endlich tritt häufig noch eine Gruppe von Ganglienzellen, etwa im Bereiche des siebenten oder achten Cervicalnerven hinzu, welche an

der Basis des Hinterhornes, nahe dessen medialem Rande, gelegen ist, *CCl.* Die hinteren Nervenwurzeln, welche immer in der oben beschriebenen Weise bogenförmig in das Hinterhorn einziehen, verlaufen gegen oder um dieses rundliche Gebiet, in welchem anfangs nur sehr spärliche grosse Nervenzellen auftreten, die *Clarke*'sche Säule (Columna vesicularis, Dorsalkern von *Stilling*). Erst im unteren Dorsalmark bilden diese Zellen eine gut abgegrenzte Gruppe, welche eine mediale Vorbauchung des Hinterhornes verursacht, während sie an vielen Präparaten aus den oberen Gegenden dieses Abschnittes sogar gänzlich fehlen kann. Andererseits findet man in manchen Rückenmarken einzelne Zellen bis weit hinauf ins Cervicalmark an der im unteren Dorsalmark von den *Clarke*'schen Säulen eingenommenen Stelle, von *Waldeyer* als *Stilling*'sche Zellen bezeichnet.

Eine Unterscheidung der Rückenmarksquerschnitte aus der Gegend verschiedener Dorsalnerven ist kaum möglich, abgesehen von dem langsamen Anwachsen der *Clarke*'schen Säulen. Erst dort, wo letztere ihre grösste Ausbildung erreichen, im untersten Brustmark beim elften, namentlich aber beim zwölften Dorsalnerven, fängt auch die graue Substanz wieder an im Ganzen langsam zuzunehmen — der Beginn der Lendenanschwellung (Fig. 96). Man kann auch bemerken, dass das Hinterhorn nun wieder mehr lateralwärts gerichtet ist, so dass allerdings die Aehnlichkeit mit dem oberen Halsmark etwas mehr hergestellt ist; doch werden die anderen oben angeführten Unterscheidungsmerkmale, namentlich aber die im Verhältniss zur weissen Substanz breitere graue Masse und die grossen *Clarke*'schen Säulen, eine Verwechselung nicht aufkommen lassen.

Im Gebiete der Lendennerven, der Lendenanschwellung entsprechend, wächst nun der Querschnitt der grauen Substanz sowohl im Vorder- als im Hinterhorn; doch kann der Gesammtquerschnitt des Markes, der hier meist einer Kreisfläche entspricht, nie so gross werden wie in der Halsanschwellung, weil die Abnahme der weissen Substanz, welche successive vom Halsmark ab zu constatiren ist, sich daselbst bereits sehr bemerkbar macht, namentlich im Verhältnisse zu der sehr massigen grauen Substanz (Fig. 97).

Das angeschwollene Vorderhorn zeigt hier im Vergleiche zur Cervicalanschwellung eine mehr runde, kolbige Form, ebenso wird das Hinterhorn, nach der Breite hin wachsend, immer rundlicher und rückt durch Verkürzung und Verbreitung des Apex näher an den dorsalen Rand des Rückenmarkes heran.

In der Gegend des vierten, noch mehr aber des fünften Lumbarnerven, wo die Entwickelung der grauen Masse am ausgebildetsten

ist, erlangt das Seitenhorn wieder grössere Selbständigkeit, nachdem es in den oberen Theilen des Lendenmarkes in die kolbige Anschwellung des Vorderhornes mit einbezogen worden war. In dieser Gegend sind auch die grossen Ganglienzellen am deutlichsten zu Gruppen vereinigt, die allerdings nicht ganz constant sind, daher sie auch verschiedenartig beschrieben wurden. Schon zwischen zweitem und drittem Lendennerven sind die *Clarke*'schen Säulen wieder fast gänzlich verschwunden, ausnahmsweise erscheinen sie auch weiter unten noch durch vereinzelte Zellen vertreten; dagegen bestehen jetzt im Vorderhorn:

1. eine mediale *(m)*, meist nicht sehr gut abgegrenzte, kleinere Gruppe, welcher der ganze mediale Rand des Vorderhornes angehört; es sind dies fast durchwegs sagittal gestellte spindelförmige Zellen;

2. eine lateral-ventrale *(lv)* und

3. eine lateral-dorsale *(ld)* Gruppe (letztere entspricht theilweise dem Seitenhorne), und

4. eine central gelegene Gruppe *(c)*, ziemlich genau die Mitte des Vorderhornes einnehmend.

Der Gesammthabitus des Querschnittes erleidet auch noch dadurch eine weitere Veränderung, dass die Fissura longitudinalis ventralis nun tiefer einschneidet, wodurch die Commissur ziemlich in die Mitte des sagittalen Rückenmarksdurchmessers gelangt. Das Septum paramedianum dorsale fehlt bereits im unteren Dorsalmarke häufig und rückt, wenn vorhanden, immer näher an die Mittellinie heran.

Von den unteren Wurzelfasern des fünften Lumbarnerven angefangen, beginnt der Querschnitt des Rückenmarkes sich zu verkleinern und nimmt nun constant bis zum Filum terminale, dem caudalen Rückenmarksende, ab, und zwar verringert sich der weisse Mantel bedeutend rascher als die graue Centralmasse, so dass letztere immer mehr und mehr das Uebergewicht erhält.

Die Grundgestalt der grauen Hörner ändert sich wenig, nur werden sie immer plumper; namentlich das Hinterhorn erscheint relativ gross und rundlich. Gleichzeitig verbreitert sich die graue Commissur und rückt dabei dem dorsalen Rückenmarksrande immer näher, so dass in der Gegend des untersten Sacralnerven, wo der Durchmesser des Gesammtquerschnittes kaum 3 Millimeter beträgt, für die Hinterstränge nur mehr ein kleiner Raum freigelassen bleibt. —

Von grösseren Ganglienzellengruppen bestehen in der Höhe des dritten Sacralnerven (Fig. 98) blos noch die das Seitenhorn repräsentirende lateral-dorsale, *ld*, sowie die mediale, *m*, während im Bereiche

des vierten Sacralnerven keine Gruppen, sondern ausschliesslich ganz vereinzelte grössere Ganglienzellen angetroffen werden. An der Basis des Hinterhornes taucht in vielen Rückenmarken hier wieder eine Gruppe von Zellen auf, die den *Clarke*'schen Säulen entspricht (*Stilling's* Sacralkern).

Am unteren Ende des Conus medullaris (Fig. 99), jener Gegend, aus welcher der Nervus coccygeus entspringt, lässt sich immer noch der Typus des Rückenmarksbaues erkennen, während schliesslich das Filum terminale blos aus einem epithel-tragenden Canale, dem Centralcanale, besteht, welcher einen dünnen Ueberzug von grauer Substanz, den letzten Rest der centralen grauen Masse, besitzt.

Die Gesammtfiguration des Rückenmarksquerschnittes wird, wie bereits wiederholt angedeutet wurde, vom Halsmark an bis zum Conus terminalis sehr wesentlich durch das wechselnde quantitative Verhältniss zwischen grauer und weisser Substanz alterirt. Zwar bestehen mancherlei individuelle Verschiedenheiten, doch erscheint es angezeigt, einige Zahlen, die von den Messungen *Stilling's* herrühren, sowie das daraus gezogene Verhältniss hier tabellarisch zusammenzustellen:

Bei einem 25jährigen Manne.

Ursprungsgebiet der untersten Wurzelfasern des Nerven	Flächeninhalt in Quadrat-Millimetern			Verhältniss der weissen zur grauen Substanz
	des Gesammtquerschnittes	der weissen Substanz	der grauen Substanz	
Cervical III . . .	84·15	71·40	12 73	5·6
„ IV . . .	85 55	72 82	12 73	5·7
„ VI . . .	91·55	74·23	17·32	4·3
„ VIII . . .	78 12	62 92	15·20	4·1
Dorsal I . . .	65 39	53·73	11·66	4 6
„ IV . . .	57 67	50·26	7·42	6·8
„ IX . . .	42·07	33·94	8·13	4 2
„ XII . . .	52 32	41·71	10 61	3 9
Lumbal II . . .	57·62	41 01	16·61	2·5
„ V . . .	62·57	39·24	23·33	1 7
Sacral I . . .	51·97	28·63	23·33	1·2
„ III . . .	22 27	9 05	12·73	0 74
„ V . . .	9·54	4·94	4·60	1·07 *
Coccygeus . . .	4 94	2 47	2·47	1·00 *

Es muss bemerkt werden, dass in den fünf übrigen Tabellen *Stilling's*, welche andere Individuen betreffen, vom dritten Sacralnerven angefangen, das Verhältniss der weissen zur grauen Substanz fast ausnahmslos ein negatives ist; das im vorliegenden Falle bestehende

geringe relative Ueberwiegen der weissen Substanz im Conus medullaris (*) ist daher als exceptionell zu betrachten.

Die einzelnen vorderen Nervenwurzeln, welche das Rückenmark verlassen, stellen mit Bezug auf die von ihnen versorgten Muskeln nicht sowohl anatomische, als vielmehr physiologische Einheiten dar. *Ferrier* und *Yeo* haben gezeigt, dass auf Reizung je einer motorischen Wurzel beim Affen immer ganz bestimmte, mit den Gewohnheiten des Thieres übereinstimmende, combinirte Bewegungen erfolgen. So z. B. Reizung der ersten Dorsalwurzel — Bewegung wie beim Pflücken einer Frucht; achter Cervicalnerv — die „Scalptor ani-Action"; siebenter Cervicalnerv — eine Bewegung, als ob der Körper an den z. B. an einem Aste festhaltenden Händen hinaufgezogen würde; sechster Cervicalnerv — die Hand wird zum Munde geführt.

Bezüglich der Bedeutung der einzelnen hinteren Wurzeln sind auch manche Thatsachen bekannt; so weiss man, dass hauptsächlich diejenigen, welche in der Uebergangsgegend zwischen Lendenmark und Dorsalmark eintreten, Fasern führen, welche beim Zustandekommen des Patellarreflexes in Betracht kommen (*Westphal*).

2. Histologischer Bau des Rückenmarkes.

Die fertiggestellte Serie von Rückenmarksquerschnitten, an der wir bisher die Differenzen der gröberen Configuration je nach der verschiedenen Höhe studirt haben, kann uns nun dazu dienen, den histologischen Bau dieses Organes bei stärkerer Vergrösserung zu studiren.

Wir beginnen mit dem weissen **Markmantel**. Derselbe scheint bei oberflächlicher Betrachtung nahezu ausschliesslich aus Längsfasern, welche also auf unseren Präparaten quergetroffen (Sonnenbildchen der Karminpräparate) sind (vgl. Fig. 100), zu bestehen. Der Durchmesser dieser markhaltigen Nervenfasern ohne *Schwann*'sche Scheide ist ein sehr wechselnder, er schwankt z. B. beim Menschen zwischen 1·5 und 25 μ, kann beim Pferde bis 50 μ und an einzelnen Fasern des Fischrückenmarkes noch bedeutend mehr anwachsen (z. B. die kolossale Faser *Mauthner's* im Vorderstrange des Rückenmarkes vom Hechte und anderen Fischen, vorne und aussen vom Centralcanal $^1/_{11}$ Millimeter breit); wir finden auch fast überall dicke und feine Nervenfasern vermischt; doch bestehen gewisse locale Eigenthümlichkeiten, welche sich folgendermassen zusammenfassen lassen: Im Vorderstrange, sowie im Seitenstrange nahe der Peripherie sind viele dicke Fasern, während in dem Winkel zwischen Vorderhorn und Hinter-

horn, der grauen Substanz anliegend, die dünnen Fasern überwiegen. Im Hinterstrange finden wir im *Burdach*'schen Strange nicht wenige grobe Fasern, während der *Goll*'sche Strang ausschliesslich aus Fasern ziemlich feinen Calibers zusammengesetzt wird; und zwar ist dieser Unterschied zwischen beiden Bestandtheilen des Hinterstranges im Cervicalmark besonders deutlich ausgesprochen. Je feiner die Nervenfasern sind, welche einen Theil der Rückenmarkssubstanz constituiren, desto dunkler sieht nach Karminfärbung das betreffende Querschnittsfeld bei schwächster Vergrösserung oder auch schon bei Betrachtung mit freiem Auge aus (z. B. die *Goll*'schen Stränge im Cervicalmark).

Auch an den Nervenfasern des Rückenmarkes sollen *Ranvier*'sche Einschnürungen bestehen *(Porter)*, die aber jedenfalls nur sehr schwer zu demonstriren sind.



Fig. 100. Querschnitt aus dem Vorderstrange des Rückenmarkes. Karminfärbung. Vergr. 150.
a peripherer grauer Rindensaum, *b* kleineres Septum. In der Marksubstanz sind ausser den querdurchschnittenen groben und feinen Nervenfasern noch drei deutliche vielstrahlige Bindegewebszellen zu sehen, eine davon ist mit *c* bezeichnet.

Zuerst von *Golgi*, späterhin von *Ramon y Cajal* und *Kölliker* wurde ein eigenthümliches Verhalten aller Längsfasern des Markmantels angegeben, das besonders klar zu Tage treten soll, wenn man das embryonale Rückenmark nach der Schnellhärtungsmethode (pag. 29) behandelt und dann nach *Golgi* mit Silber färbt. Alle oder wenigstens fast alle diese Längsfasern sollen unter nahezu rechtem Winkel Seitenästchen (Collateralen) abgeben, welche in die graue Substanz eindringen und sich dort in ein feines Netzwerk auflösen. Diese Collateralen könnten allenfalls an den Stellen der *Ranvier*'schen Einschnürungen die eigentliche Faser verlassen *(Donaldson)*. Auffallen muss nur, dass man an Karminpräparaten erwachsener Rückenmarke, welche die Axencylinder in voller Schärfe erkennen lassen — namentlich an Längsschnitten —, solche Collateralen nicht zu sehen bekommt.

Ausnahmsweise kann man in der Markmasse des Rückenmarkes auch einzelne versprengte Ganglienzellen finden.

Die Peripherie des Markmantels wird von den Rückenmarkshäuten durch eine meist nur schmale Schicht grauer Substanz (5 bis 40 μ, ausnahmsweise aber bis gegen 100 μ breit) getrennt: Rindenschicht des Rückenmarkes oder Subpia *(Waldeyer)* (Fig. 100 *a*). Sie besteht aus faserigem Bindegewebe mit viel zwischengelagerter, feinkörniger Neuroglia. Von der Pia mater gehen durch die Rinde

hindurch radiär dickere oder dünnere Septa in die weisse Substanz hinein, welche häufig Gefässe mitführen. Diese Septa bestehen ebenfalls aus Bindegewebe, mit mehr oder minder viel aus der Rindenschicht stammender Neuroglia; sie theilen die Markmasse in einzelne Bündel ab, welche dadurch, dass von den Septis Seitenäste abgehen, weiterhin in kleinere Fascikel zerfallen. Das grösste dieser Septa, welches constant durch die ganze Höhe des Rückenmarkes besteht, ist das Septum medianum posterius; auch die Septa paramediana posteriora gehören zu den grösseren. Ausserdem sind zwischen den Markfasern zahlreiche grössere Bindegewebszellen eingelagert (Fig. 100 *c*), deren Fortsätze zum grösseren Theile parallel mit dem Verlaufe der Nervenfasern gerichtet sind (Fig. 85); daher sieht man auch am Querschnitte nach Karminbehandlung viele feine dunkle Pünktchen, von denen allerdings oft kaum gesagt werden kann, ob sie als marklose, zarte Axencylinder oder als Bindegewebsfasern aufzufassen sind.

In der Marksubstanz des Rückenmarkes finden sich aber nicht ausschliesslich Längsfasern, sondern neben schief verlaufenden Fasern auch zahlreiche quergerichtete Bündel. Diese sind:

1. Die vorderen Wurzelbündel, die im Hals- und Lendenmark fast ausschliesslich dicke Fasern führen, im Dorsalmark aber auch viele Bündelchen feiner Fasern enthalten *(Siemerling)*. Erstere sind für die Skeletmuskeln bestimmt, letztere (die feinen) innerviren wahrscheinlich die Muskeln der Eingeweide und der Gefässe.

2. Die hinteren Wurzelbündel, mit breiten und feinen Fasern.

3. Die weisse Commissur; sie liegt im Grunde der Fissura longitudinalis anterior und erreicht eine Mächtigkeit bis zu $^1/_2$ Millimeter. Bei den meisten Säugethieren bildet die weisse Commissur nicht wie beim Menschen ein einzelnes Bündel (in Folge ihrer Continuität durch die ganze Länge des Rückenmarkes könnte man sie noch besser eine nervöse Membran nennen), sondern sie ist dort in verschiedene kleine Bündel zerfallen, welche gesondert gegen die Mittellinie ziehen und dadurch den dorsalsten Theil des Vorderstranges zerspalten.

4. Zahlreiche Bündel von Nervenfasern gehen endlich von vielen Stellen des Randes der grauen Centralmasse, besonders des Vorderhornes in den Markmantel hinein und verlaufen häufig eine sehr beträchtliche Strecke weit quer durch das Mark, bis sie in die Longitudinalrichtung umbiegen und sich den anderen Längsfasern anschliessen.

In der **centralen grauen Masse** des Rückenmarkes unterscheiden wir, wie bereits bemerkt wurde, zwei verschiedene Substanzen:

A. **Die spongiöse Substanz.** Ihre Grundlage besteht aus Neuroglia und Bindegewebe mit den dazu gehörigen Zellen. Letztere sind (Alaun-Hämatoxylinpräparat) ein wenig dichter als in der weissen Substanz verstreut und senden ihre Fortsätze zwar nach allen Seiten hin (Präparate mit Silber oder Sublimat nach *Golgi)*, doch überwiegt auch hier die Längsrichtung.

Gelungene Karminpräparate, namentlich ohne Alkoholhärtung (Fig. 101), noch weit besser aber solche, die nach der *Weigert*'schen Methode gefärbt wurden (Fig. 102), lassen überall in der spongiösen Substanz ein sehr reiches Netzwerk markhaltiger Nervenfasern von verschiedenstem Caliber erkennen. Da sich diese Nervenfasern in allen Richtungen untereinander verflechten, so findet man auch neben längsgeschnittenen viele schief und quergetroffene. Theilungen solcher Fasern lassen sich nicht beobachten. An manchen Stellen verlaufen sie aber in mehr bestimmter Richtung; so sei vorderhand nur auf folgende Gegenden aufmerksam gemacht:



Fig. 101. Eintrittsstelle vorderer Wurzelbündel in das Vorderhorn. Lendenmark. Vergr. 30. *1* Gebiet des weissen Vorderstranges, *2* graues Vorderhorn, *a*, *a*¹ zwei vordere Wurzelbündel. Rechts ein Theil einer Zellgruppe, von welcher vier Zellen zu sehen sind.

Bereits im Vorderstrange sieht man die einzelnen Bündel der vorderen Wurzelfasern divergiren, kurz bevor sie in die eigentliche graue Substanz des Vorderhornes eintreten; in letzterem strahlen sie pinselförmig auseinander (Fig. 101*a*), und zwar, wie man an sagittalen Längsschnitten sieht, auch cerebral- sowie ein wenig caudalwärts. Die äussersten Fasern eines jeden Bündels können so weit seitlich abbiegen, dass sie einen Faserzug an der Grenze zwischen Mark und grauer Substanz bilden. Andere Faserbündel, welche gleichfalls in der Ebene des Rückenmarksquerschnittes verlaufen, kann man häufig in den Randpartien der grauen Vorderhörner, sie gewissermassen einsäumend, antreffen; am deutlichsten pflegen solche Bündel am Seitenrande des Vorderhornes zu sein, ganz besonders an dem durch den Seitenstrang bedingten, tief einspringenden Winkel (Fig. 102).

Häufig sieht man ein auffallendes Bündel starker Fasern aus dem Seitenhorn median- und rückwärts verlaufen *(Pal)*.

Gegen die weisse Commissur zu sieht man ebenfalls Bündel im Vorderhorn sich sammeln.

In der Substanz des Hinterhornes sind es namentlich die bogenförmigen hinteren Wurzelbündel, welche weit hinein ihre Selbstständigkeit bewahren.

Die Grundsubstanz der *Clarke*'schen Säulen, sowie jener Theil des Hinterhornes, welcher von der Substantia gelatinosa Rolandi ein-



Fig. 102. Querschnitt durch das menschliche Lendenmark. Färbung nach *Pal*. Vergr. 12.

geschlossen wird (hintere Zone der Substantia spongiosa des Hinterhornes), fallen am Karminpräparat durch ihre relative Helligkeit, an *Weigert*- oder *Pal*-Präparaten hingegen durch ihre gleichmässig graue Farbe auf; sie bestehen nämlich ihrer Hauptmasse nach aus einer grossen Menge grösstentheils längsverlaufender, zarter, markhaltiger Nervenfasern; desgleichen ist im Apex ein aus der hinteren Wurzel stammendes Bündel feinster Fasern quergetroffen, die Randzone

(Lissauer). In der erwähnten hinteren Zone der Substantia spongiosa des Hinterhornes begegnet man fast immer, inmitten der feinen Längsfasern, sehr deutlichen Bündeln grober Längsfasern (aufsteigende Colonnen von *Clarke*).

Ausser dem Netze markhaltiger Nervenfasern besteht in der grauen Substanz ein zweites Nervennetz, welches aber in erster Linie von marklosen Fasern gebildet wird. Es ist schwierig, dieses zweite Netz deutlich zur Anschauung zu bringen, meist sieht man nur einzelne von diesen Fasern, häufig auch ihre Querschnitte als feine, dunkle Pünktchen. Die verschiedenen Anschauungen über dieses feinste Grundnetz wurden schon oben (pag. 167) besprochen. Jedenfalls bilden auch die letzten Verästelungen der Protoplasmafortsätze ein zartes Netzwerk, und es kann nur fraglich sein, ob dieses mit dem eben früher erwähnten Grundnetze zusammen als ein Ganzes betrachtet werden darf oder ob es, als nicht dazu gehörig, losgetrennt werden muss.



Fig. 103. Eine Vorderhornzelle aus dem Rückenmarke des Menschen. *a* Axencylinderfortsatz, bei *b* Pigmenthäufchen. Vergr. 150.

Die Nervenzellen des Rückenmarkes sind verschiedener Art. Am auffälligsten sind die grossen Vorderhornzellen (Fig. 103); sie werden auch motorische Rückenmarkzellen genannt, da man der Anschauung ist, dass die vorderen motorischen Nervenwurzeln von ihnen ihren Ursprung nehmen. Solche Zellen sind übrigens nicht auf das eigentliche Vorderhorn beschränkt, sie finden sich beispielsweise auch vereinzelt im Processus reticularis. Sie haben eine grössere Anzahl von Fortsätzen (5 bis 8), daher sie am Querschnitte meist sternförmig erscheinen. Ihre Grösse schwankt zwischen 35 und 100 μ. (Da die Fortsätze allmählich sich verschmälernd aus der Zelle hervorgehen, ist es nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen Zellkörper und Fortsatz zu ziehen, daher auch die Grössenangaben schwanken.) Sie besitzen einen schönen, hellen, runden Kern (bis 18 μ) mit deutlichem Kernkörperchen und Nucleololus. Eine Anhäufung gelben Pigmentes ist fast immer zu finden. Die Grösse dieser Zellen soll nach *Pierret*

im geraden Verhältnisse zu der Länge der abgehenden Nerven wachsen. Daher sind sie in der Lendenanschwellung am grössten, etwas kleiner in der Halsanschwellung, und am kleinsten im Brustmarke. Einzelne Fortsätze dieser Zellen kann man mitunter sehr weit verfolgen, gelegentlich in ein vorderes Wurzelbündel, nicht selten auch in ein Nervenbündel, das aus der grauen Substanz in den Seitenstrang tritt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass namentlich im Lendenmarke diese grossen Zellen zu rundlichen Gruppen vereinigt sind, innerhalb welcher die Zwischenmasse sich von der übrigen spongiösen Substanz durch eine eigenthümliche Färbung unterscheidet (Fig. 101). Diese Farbe rührt her von der geringeren Anzahl dicker markhaltiger und der Vermehrung markloser Fasern, sowie von dem grösseren Gefässreichthum. Um jede dieser Zellen kann man mehr oder minder deutlich einen pericellulären Raum sehen.

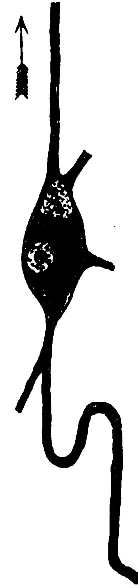


Fig. 104. Eine Nervenzelle aus den *Clarke*'schen Säulen. Längsschnitt des Pferderückenmarkes. Der Pfeil deutet cerebralwärts. Vergr. 150.

Etwas kleiner (30 bis 60μ), fortsatzärmer sind die besonders pigmentreichen Zellen der *Clarke*'schen Säulen (Fig. 104). Am Längsschnitte sieht man, dass die meisten dieser Zellen in der Längsaxe des Rückenmarkes ein wenig gestreckt sind. Von den Fortsätzen sind meist einer oder zwei seitlich, und fast constant einer cerebral- und einer caudalwärts gewendet; sie gehen ziemlich rasch aus dem Zellkörper hervor, daher seine am Querschnitte mehr rundliche Form. Längsschnitte zeigen auch, dass das Pigmenthäufchen dieser Zellen fast nie seitlich, sondern meist neben dem cerebralen oder caudalen Pole liegt. Ihr Kern ist, wie der der motorischen Vorderhornzellen, hell, gross und deutlich. Am Längsschnitte kann man häufig einen Fortsatz eine lange Strecke weit ungetheilt verfolgen.

Eine weitere Art von Nervenzellen, die übrigens alle Uebergangsformen zu den erstgenannten motorischen Vorderhornzellen aufweisen, ist durch die ganze spongiöse Substanz zerstreut. Sie sind von letzteren durch die geringere Grösse (bis 15μ herab) unterschieden, besitzen weniger Fortsätze und erscheinen daher meist nicht sternförmig, sondern dreieckig oder spindelförmig. Einzelne Standorte wären besonders hervorzuheben, und zwar:

1. Inmitten der grauen Substanz zwischen Seitenhorn und grauer Commissur sind spindelförmige Ganglienzellen *g*, Fig. 105, derart gelagert, dass sie einen dorsal-lateralwärts gerichteten Fortsatz direct gegen die bogenförmigen hinteren Wurzelbündel wenden, daher sie vielleicht als Ursprungszellen für einzelne Fasern aus dem medialen Antheil der hinteren Wurzel zu gelten haben. In derselben Gegend findet man übrigens auch noch andere mittelgrosse Zellen, welche *Waldeyer* alle als Mittelzellen zusammenfasst.

2. An der Spitze des Seitenhornes, im ganzen Brutmarke und den angrenzenden Theilen des Cervical- und Lumbalmarkes ist eine Gruppe dicht gedrängter, kleinerer, meist spindelförmiger Nervenzellen, die dort, wo auch grosse motorische Zellen im Seitenhorne sich befinden, sich von diesen durch die angeführten Merkmale scharf sondern.

3. Von den mehr vereinzelten verstreuten Zellen der Substantia spongiosa verdienen noch die im Hinterhorn vorkommenden Beachtung, Fig. 105, *h*; sie sind häufig spindelförmig und stehen wahrscheinlich zu den lateralen hinteren Wurzelbündeln in Beziehung.

B. Die **Substantia gelatinosa** ist bisher histologisch noch nicht genügend erkannt. Es ist übrigens nicht wahrscheinlich, dass die Substantia gelatinosa centralis der Substantia Rolandi histologisch gleichwerthig ist. An Karminpräparaten fällt die Substantia gelatinosa durch ihre dunkle rothe, an *Pal*-Präparaten durch ihre blasse Farbe auf. Die Substantia gelatinosa Rolandi im Bereiche des Hinterhornes zeigt, parallel dem Eintritte der hinteren Wurzelfasern, eine eigenthümliche Streifung, welche aber nur theilweise auf die genannten Nervenfasern zurückzuführen ist. — Es finden sich hier ferner ziemlich viele zellige Elemente eingestreut, von denen einige als Bindegewebszellen zu deuten sind; auch grössere Ganglienzellen trifft man, vorzüglich am Rande; besonders auffallend sind sehr vereinzelte grosse blasige Nervenzellen an diesen Stellen im untersten Sacralmarke, in welcher Gegend alle übrigen grösseren Nervenzellen bereits verschwunden sind. Manche von den Zellen der Substantia gelatinosa zeichnen sich durch ihre Zartheit aus und bleiben mit den üblichen Färbungsmitteln heller als die Grundsubstanz; sie sind besonders am kindlichen Marke leicht darzustellen und wohl als nervöse Gebilde anzusehen *(Gierke, H. Virchow, Waldeyer)*, während die histologische Bedeutung vieler anderer hier vorkommender Zellen zweifelhaft bleiben muss *(Lustig)*.

Da der Kern dieser Zellen sich mit Alaunhämatoxylin nicht färbt, muss deren bindegewebiger oder epithelialer Charakter jedenfalls sehr angezweifelt werden. *Lenhossék* ist der Ansicht, dass die Elemente der Substantia gelatinosa Rolandi mit den Epithelzellen des

Centralcanales in eine Kategorie zu stellen seien; sie wären als Ektodermzellen aufzufassen, die sich aber nicht zu Nervenzellen ausgebildet, sondern ihren epithelialen Charakter bewahrt haben und somit in jeder Rückenmarkshälfte ein stützendes Band darstellen, das dem Organe eine gewisse Festigkeit verleiht. *Hill* meint, die Substantia gelatinosa Rolandi wachse mit den hinteren Wurzeln von den Spinalganglien herein; *His* lässt sie aus eingewanderten Zellen secundär entstehen, während *Corning* ihre Zellen, die auch beim Erwachsenen noch den embryonalen Charakter tragen, aus den Epithelzellen des Medullarrohres ableitet. Die äussere Peripherie des Hinterhornes zeigt namentlich hinten nicht mehr den Charakter der gelatinösen Substanz, es ist eine markreiche, periphere Zonalschicht *(Waldeyer)* vorhanden, die wegen ihrer histologischen Aehnlichkeit mit der spongiösen Substanz auch spongiöse Zone *(Lissauer)* genannt werden darf. —

Die Substantia gelatinosa centralis umgibt den Centralcanal und breitet sich besonders im Cervical- und Dorsalmarke nach beiden Seiten hin in der grauen Commissur ein wenig aus. Auch sie besteht aus einer, am ehesten noch als Neuroglia aufzufassenden Grundsubstanz, aus einzelnen Bindegewebszellen und endlich aus mehr oder minder zahlreichen eckigen Zellen, welche Derivate des centralen Epithels sein dürften.

Der Centralcanal. Seine Beschreibung wird am besten hier eingefügt. Ueber die epitheliale Auskleidung wurde schon oben (pag. 175) gesprochen. Der Querschnitt des Centralcanales hat eine wechselnde Gestalt. Im oberen Cervicalmarke ist er meist unregelmässig, mitunter sehr weit, manchmal beinahe quadratisch, gegen den vierten bis fünften Cervicalnerven hin beginnt er sich zu einem schmalen Spalt umzugestalten, der in der Richtung der grauen Commissur, also frontal gestellt ist, und in der Mitte oft einen kurzen dorsal gerichteten Nebenast besitzt. Im ganzen Verlaufe des Dorsalmarkes bleibt die frontale Richtung überwiegend, wenn auch die seitliche Ausdehnung des Spaltes eine viel geringere geworden ist, gelegentlich bis zur Bildung eines rein kreisförmigen Querschnittes. Im Lendenmark, namentlich gegen das Sacralmark hin, zieht sich der Centralcanal immer mehr von den Seiten zurück, um schliesslich oft in einen sagittalen Spalt überzugehen, welcher (im Conus medullaris) eine rundliche, grössere ventrale und oft auch eine ebensolche kleinere dorsale Erweiterung erkennen lässt. Am unteren Ende des Conus erweitert sich der Centralcanal wieder zu einer gegen 1 Centimeter langen, unregelmässig dreiseitigen Höhle (Ventriculus terminalis, Sinus rhomboidalis inferior) und endet wahrscheinlich im oberen Theile des Filum terminale blind.

Bei Vögeln sieht man dorsal vom Centralcanale zwischen den auseinanderweichenden Hintersträngen eine Höhle, die man auch als Sinus rhomboidalis posterior oder inferior bezeichnet; sie entsteht nicht so sehr durch eine Erweiterung des Centralcanales, als vielmehr durch eine gallertige Anschwellung des Bindegewebes im Septum posterius *(Krause)*.

Es bestehen übrigens sehr bedeutende individuelle Verschiedenheiten rücksichtlich der Form des Centralcanales. Nur selten finden wir den Centralcanal des Erwachsenen (wie beim Kinde und bei allen Thieren) ganz wegsam. In der Mehrzahl der Fälle ist er wenigstens stellenweise verwachsen. Am häufigsten bleibt der caudalste Theil, vom Sacralmark angefangen, offen; auch das Lendenmark und das Cervicalmark, vom Gebiete des fünften Nerven an cerebralwärts, besitzen häufig einen offenen Centralcanal.

Der Verschluss des Centralcanales kommt durch Wucherung der epithelialen Zellen, welche ihn auskleiden, und jener, die auch noch in der Substantia gelatinosa centralis zerstreut sind, sowie des subepithelialen Bindegewebes zu Stande. Findet diese Wucherung nur an einzelnen Stellen statt, so kann eine partielle Verwachsung stattfinden, in Folge deren dann mehrere (bis fünf) Lücken nebeneinander bleiben: doppelter, dreifacher u. s. w. Centralcanal.

Der Centralcanal befindet sich in der Verbindungslinie zwischen Fissura anterior und Septum posterius inmitten der **Commissur**. Man unterscheidet in der Rückenmarkscommissur zunächst zwei Abtheilungen, eine ventrale, vordere, weisse und eine dorsale, hintere, graue.

Die weisse Commissur (Commissura alba, weniger passend auch als vordere Commissur bezeichnet) wurde bereits wiederholt erwähnt. An dieser Stelle sei bemerkt, dass die Bezeichnung Commissur als althergebracht beibehalten bleiben mag, dass sie aber insoferne falsch ist, als sich daselbst wahrscheinlich fast nur Decussationsfasern, aber blos sehr wenige Commissurenfasern finden.

Die graue Commissur (Commissura grisea, auch Commissura posterior) fasst den Centralcanal mit der Substantia gelatinosa centralis in sich, und zwar so, dass dieser etwas mehr ventral liegt, was namentlich in den untersten Rückenmarksabschnitten deutlich wird. Jenen Theil der grauen Commissur, welcher zwischen der weissen Commissur und der centralen gelatinösen Substanz liegt, bezeichnet man am besten als ventrale (vordere) graue Commissur; der dorsal von der Substantia gelatinosa gelegene Antheil verdient die Bezeichnung dorsale (hintere) graue Commissur. Im untersten Lumbarmark beginnt die dorsale graue Commissur, die sonst eine ziemlich geringe sagittale Breite, etwa 30 bis 100μ, besitzt, dorsal-

wärts anzuwachsen, so dass ihr sagittaler Durchmesser im unteren Sacralmark bis 1 Millimeter betragen kann. Mitunter ist übrigens die graue Commissur auch im oberen Halsmark stark entwickelt. In der Mittellinie erscheint die hintere Commissur dorsalwärts zu einer Spitze ausgezogen, welche sich direct in das Septum medianum posterius fortsetzt.

Sowohl in der ventralen, namentlich aber in der dorsalen grauen Commissur, welche dieselbe Grundmasse wie die spongiöse Substanz besitzen, verlaufen meist ziemlich feine, markhaltige Nervenfasern über die Mittellinie; einzelne Querschnitte von Längsfasern sind hier ebenfalls immer aufzufinden. Im unteren Lendenmark und im Sacralmark treten mit der grösseren Breite der dorsalen Commissur daselbst auch noch weitere Faserzüge auf, z. B. ist häufig jederseits der Mittellinie ein ziemlich mächtiges Sagittalbündel. Vom hinteren Umfange des Centralcanales gegen das Septum posterius sieht man namentlich im caudalen Theile des Markes Faserzüge nicht nervöser Natur ziehen, welche *Waldeyer* als Raphe posterior bezeichnet.

3. Faserverlauf im Rückenmark.

Um zu einem richtigen Verständniss des Faserverlaufes im Rückenmark zu kommen, genügen die vom erwachsenen, normalen Menschen gewonnenen Schnittreihen keineswegs. Erst die Betrachtung pathologischer Präparate, sowie namentlich die Zuhilfenahme der entwickelungsgeschichtlichen Methode kann mehr Klarheit in die keineswegs einfachen Beziehungen der verschiedenen Fasersysteme bringen.

Die Wurzelfasern, d. h. die directe Fortsetzung jener Fasern, welche die Nervenwurzeln constituiren, sind als den peripheren Nerven gleichwerthig anzusehen; gleich diesen erhalten sie ihre Markumhüllung schon sehr früh, früher als irgend ein anderer Theil des Markmantels. Die dorsalen Wurzelfasern, welche wenigstens zum Theil auf ihrem Wege von der Peripherie her eine Unterbrechung in den Nervenzellen der Spinalganglien erleiden, werden allerdings mit einem gewissen Rechte nicht mehr unbedingt als eigentliche periphere Nerven angesehen, doch verhalten sie sich histologisch und histogenetisch diesen ähnlich (vgl. pag. 215 und Fig. 92).

Ueber den Modus des Eintrittes der **vorderen Wurzeln** (Fig. 105, *1—6*) wurde schon oben gesprochen. Ein wenig cerebralwärts gerichtet (und zwar umsomehr, je näher dem caudalen Ende des Rückenmarkes), meist in einem nach der Seite offenen Bogen, treten sie von der ventralen Peripherie des Rückenmarkes durch den Vorderstrang; ihre

fast durchwegs (wenigstens im Hals- und Lendenmark) starken Fasern beginnen kurz vor der grauen Substanz zu divergiren und fahren daselbst in oben beschriebener Weise pinselförmig auseinander (vgl. Fig. 101 und Fig. 102). In der Cervicalanschwellung, woselbst das Vorderhorn am breitesten ist, treten die vorderen Wurzeln fast nur

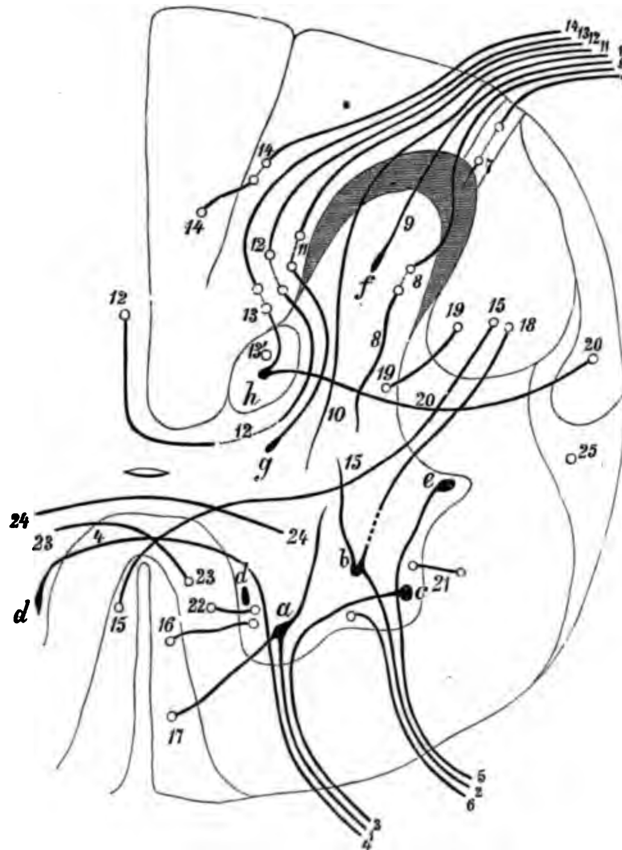


Fig. 105. Schema des Faserverlaufes im Rückenmark. Die Längsfasern sind durch weisse Kreise angedeutet, die Nervenzellen sind schwarz. Das Nähere ergibt der Text.

in dessen mediale Hälfte ein. Die grösste Anzahl endet in den grossen motorischen Zellen der Vorderhörner *(a, b, c, d)*, eventuell der Seitenhörner *(e)*. Einzelne vordere Wurzelfasern kann man aber auch weiter dorsalwärts, mitunter bis gegen das Hinterhorn verfolgen.

Doch muss darüber noch Folgendes bemerkt werden: Dadurch, dass die einzelnen Fasern jedes Bündels in der grauen Substanz nach allen Richtungen divergiren, kommen die medialst gelegenen Wurzel-

bündel mittelst der Fasern *3* auch mit lateralen Zellgruppen *c* in Beziehung; ferner gelangen auf diese Weise viele Fasern, *6*, zu mehr cerebralwärts gelegenen, eine geringere Anzahl auch zu caudalwärts befindlichen Zellen. Ein Theil der vorderen Wurzelfasern, *4*, wendet sich aber zur weissen Commissur, überschreitet die Mittellinie und endet erst im Vorderhorn der anderen Seite, und zwar vorzüglich in jenen mehr spindelförmigen Zellen, die am medialen Rande desselben gefunden werden, *d*. Daher sieht man in der weissen Commissur schon frühzeitig einzelne markhaltige Fasern; durch diesen gekreuzten Ursprung wird auch das allgemeine Schema vom Ursprung der motorischen Nerven erst vervollständigt. Nicht sicher nachweisbar sind vordere Wurzelfasern, welche, das Vorderhorn ohne Unterbrechung durchsetzend, sich den longitudinalen Fasern des Seitenstranges (eventuell auch des Vorderstranges) anschliessen.

Nach den Zählungen von *Birge*, deren Correctheit übrigens von *Gad* angezweifelt wird, würde die Anzahl der grossen Vorderhornzellen (wenigstens beim Frosche) der Anzahl eintretender vorderer Wurzelfasern entsprechen, so dass man berechtigt wäre anzunehmen, dass jede derselben zu einer dieser Zellen in Beziehung tritt.

Die physiologische Bedeutung der Vorderhornzellen ist noch vielfach Gegenstand der Controverse. Man pflegt in ihnen die trophischen Centren für die von ihnen ausgehenden Nerven und die von letzteren versorgten Muskeln zu sehen; doch wird ihnen diese trophische Bedeutung von Manchen (z. B. *Pal*, *Kronthal*) abgesprochen. Es können nämlich die Vorderhornzellen im Rückenmark degeneriren, ohne dass unbedingt in allen Fällen auch die abgehenden peripheren Nerven zugrunde gehen müssen; für die motorischen Hirnnerven gilt aber wohl durchgehends das Gesetz, dass ihre normale Structur strenge an die Integrität ihrer Kernursprünge gebunden ist *(Kronthal)*. Auch können wir in den Vorderhornzellen mit grösster Wahrscheinlichkeit die motorischen Centren für die betreffenden Muskeln erblicken, trotzdem wiederholt (z. B. von *Schiff*) eine gegentheilige Meinung präcisirt wurde. Ebenfalls in den Vorderhörnern wären vasomotorische Centren und Schweisscentren zu suchen, doch dürfen wir wohl anderen Zellen — respective Zellgruppen — als den motorischen diese letztgenannten Functionen zuweisen.

Wir haben bereits früher (pag. 231) gesehen, dass es auf physiologisch-experimentellem Wege gelungen ist, die Beziehung der einzelnen spinalen vorderen Nervenwurzeln zu den verschiedenen Muskelgruppen klarzulegen. Man hat auch weiterhin versucht, festzustellen, ob, vorausgesetzt, dass keine grossen individuellen Schwankungen vorkommen, die abgegrenzten Anhäufungen der grossen Vorderhornzellen

bestimmte Muskeln innerviren. Dabei war man allerdings zunächst auf pathologische Fälle angewiesen und ist die Ausbeute bisher noch gering geblieben; so dürfte die mittlere Zellgruppe in der Höhe des vierten bis fünften Lendennerven die Wadenmuskeln versorgen *(Kahler* und *Pick)*, die laterale Zellgruppe im untersten Cervicalmark für die Thenarmuskeln bestimmt sein *(Prevost* und *David)*. Aus einem Falle von *Schulze* scheint sich zu ergeben, dass die dem Gebiete des Nervus cruralis und obturatorius angehörigen Ganglienzellen beim Menschen nicht in den untersten Abschnitten der Lendenanschwellung liegen, und *Remark* meint, dass der Kern für den Musculus tibialis anticus, obgleich er vom Nervus ischiadicus versorgt wird, sich in der Nähe des Cruralisursprunges befinde. Ferner sprechen die klinischen Erfahrungen dafür, dass im untersten Theile der Halsanschwellung sich der Kern des Nervus ulnaris, weiter oben der des Medianus und zu oberst der des Radialis befinde.

Aus experimentellen Untersuchungen am Kaninchen schliesst *v. Sass*, dass im Grossen und Ganzen ebenso beim Menschen die höher an den Extremitäten gelegenen Muskeln auch in höheren Abschnitten der Vorderhörner ihre Ursprungszellen haben. Die motorischen Zellgruppen für den Musculus quadriceps des Kaninchens findet *Lehmann* zwischen den Abgangsstellen des fünften bis siebenten Lendennerven.

Der Ursprung der **hinteren Wurzeln**, in denen durchwegs zwischen dickeren Nervenfasern Bündel feiner Fasern verlaufen, wurde in groben Zügen ebenfalls bereits geschildert.

Die feinsten, am meisten lateral gelegenen Wurzelfasern *(7)*, biegen bald nach ihrem Eintritte in das Rückenmark in die longitudinale Verlaufsrichtung um und bilden dadurch ein Querschnittsfeld (Randzone von *Lissauer*, Markbrücke von *Waldeyer*), welches, wie erwähnt, etwa dem Apex entspricht (Fig. 102 und *Rz* 106); durch ein relativ reiches, feines Zwischengewebe, sowie aus der Feinheit der Nervenfasern erklärt es sich, dass diese Gegend mit Karmin eine intensive rothe, nach der *Weigert*'schen Färbung eine lichte, graue Färbung annimmt. Die Nervenfasern verlassen aber bald wieder die longitudinale Richtung und biegen horizontal in die Substantia gelatinosa ein, so dass der Querschnitt der Randzone cerebralwärts keineswegs wächst.

Ein anderer Theil dieser lateralen Fasern soll im Seitenstrang am lateralen Rande des Hinterhornes ventralwärts verlaufen und erst dann in die Substantia gelatinosa eintreten *(Bechterew)*.

Die gröberen Wurzelfasern zerfallen in einen lateralen und in einen medialen Theil, die sich aber nicht streng scheiden lassen.

Der laterale, kleinere Theil derselben *(8* bis *10)* dringt, nachdem er erst den seitlichen Theil des *Burdach*'schen Stranges durch-

setzt hat, in die Substantia gelatinosa Rolandi ein, theilt sich hier in zahlreiche kleinere Bündel, welche „wie die von einem Pole (Spitze des Hinterhornes) ausstrahlenden Meridiane", durch die gelatinöse Substanz verlaufen und sie demgemäss vielfach zerklüften.

Im Centrum des Hinterhornes, in der Substantia spongiosa angelangt, verlaufen nicht wenige von diesen Fasern weiter ventralwärts *(10)*, während andere *(8)* in die Längsrichtung umbiegen (und zwar soll dies sowohl cerebralwärts, als auch caudalwärts der Fall sein). Da aber der Querschnitt der Substantia spongiosa im Hinterhorne an jeder Stelle gewiss nur einen geringen Theil der Gesammtheit aller dieser umbiegenden Wurzelfasern aus verschiedenen Höhen repräsentirt, so müssen diese das Hinterhorn später wieder verlassen; einzelne von den in das Hinterhorn eintretenden Fasern *(9)* mögen in den hier vorkommenden Nervenzellen *f* enden, doch ist über den weiteren Verlauf der Mehrzahl dieser Fasern wenig Sicheres bekannt.

Von den mit *10* bezeichneten Fasern kann man einige, gelegentlich sogar ganze Bündel, durch das Vorderhorn bis gegen den Vorderstrang hin *(Pal)* verfolgen. Eine beträchtliche Anzahl von ihnen soll so durch die vordere Commissur auch zum Vorderstrang der anderen Seite gelangen *(Edinger)*, während andere Fasern den ventralen Theil des Hinterhornes durchbrechen, sich seitlich wenden und im Seitenstrange (in dem als seitliche Grenzschicht *SG*, Fig. 106, bezeichneten Gebiete) weiterziehen. Auch in das contralaterale Vorderhorn sollen hintere Wurzelfasern auf dem Wege der vorderen Commissur gelangen *(Darkschewitsch, Bechterew)*.

Die medial gelegenen Bündel der gröberen hinteren Wurzelfasern *(11* bis *14)* biegen, sobald sie in den *Burdach*'schen Keilstrang eingetreten sind, in mehr oder minder weitem Bogen medianwärts ab und lassen sich, indem sie in die Längsrichtung übergehen, am Rückenmarksquerschnitte direct nicht weiter verfolgen. Allein beinahe in derselben Gegend, wo diese Wurzelfasern verschwinden, sieht man andere ähnliche Bündel sich bogenförmig gegen die grauen Hinterhörner wenden und in sie eindringen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass letztere Faserbündel nur die Fortsetzung tiefer gelegener Wurzelbündel sind, welche im *Burdach*'schen Strange eine Strecke weit longitudinal verlaufen waren. In der Substanz der Hinterhörner sind sie leicht noch ein gutes Stück weit zu verfolgen. Ein Theil dieser Fasern *(11)* geht deutlich bis zu jenen kleinen spindelförmigen Zellen *g*, die etwa in der Breite der grauen Commissur gelegen sind; mehr medial verlaufende Bündel *(13)* gelangen in die *Clarke*'schen Säulen (wo solche vorhanden sind) und stehen unzweifelhaft mit den Zellen *h* in

Verbindung. Ueber die Entstehung der in den *Clarke*'schen Säulen aufsteigenden feinen Fasern *(13)* lässt sich nur aussagen, dass auch sie in inniger Beziehung zu den hinteren Wurzeln stehen. Es kann hier daran erinnert werden, dass die Zellen der *Clarke*'schen Säulen (Fig. 104) gewöhnlich zwei Fortsätze in longitudinaler Richtung abgeben.

Die Fasern der hinteren grauen Commissur sind zum Theil Fortsetzungen der hinteren Wurzeln *(12)*; nachdem wir aber aus den allgemeinen schematischen Grundzügen wissen, dass für die sensiblen Wurzelfasern eine partielle Kreuzung nicht angenommen werden muss, ja vielleicht überhaupt gar nicht existirt, so wäre erst zu entscheiden, ob diese hinteren Commissurenfasern directe Wurzelfasern darstellen, oder ob sie mit diesen nicht vielmehr blos durch Vermittelung von Ganglienzellen zusammenhängen, was auch aus anderen, namentlich pathologischen Gründen sehr wahrscheinlich ist.

Für letztere Anschauung spricht namentlich die Erfahrung, dass man bei Tabes dorsalis im Lendenmarke die graue hintere Commissur recht faserreich antreffen kann, trotzdem die hinteren Wurzelfasern ganz oder zum grossen Theile degenerirt sind.

Gewiss ist mit dem bisher Angegebenen nur ein Theil des Verlaufes der hinteren Wurzelfasern erschöpft. Ein beträchtlicher Theil dieser Fasern *(8* und *10)* betheiligt sich jedenfalls direct an der Bildung des feinen Nervennetzes in der grauen Substanz und wird durch dessen Vermittelung schliesslich auch mit Nervenzellen, vielleicht selbst mit den grossen Vorderhornzellen, in Verbindung gebracht.

Wenn auch sicherlich eine innige Beziehung der hinteren Wurzeln zu den *Goll*'schen Strängen besteht *(14)*, so ist doch anzunehmen, dass diese hinteren Wurzelfasern nicht unvermittelt, ununterbrochen in die Längsfasern des medialen Hinterstrangantheiles umbiegen, wie dies auch aus Versuchen am Meerschweinchen hervorgeht (*Rossolymo*, vgl. andererseits *Singer* und *Münzer*).

Es gibt kaum eine klarer und unwiderleglicher in die Augen springende Thatsache der feineren Hirnanatomie, als den Nachweis des Ursprungs hinterer Wurzelfasern aus Nervenzellen, den *Kutschin* und *Freud* für das Rückenmark vom Petromyzon geliefert haben; für das Rückenmark des Proteus hat *Klaussner* ebenfalls Aehnliches gezeigt. Doch wäre es gewagt, diese an niedrigen Thieren gewonnenen Erkenntnisse ohneweiters auf den Menschen und die Säugethiere übertragen zu wollen. Namentlich wird eine richtige Homologisirung der „Hinterzellen des Petromyzon", aus denen die Wurzelfasern entspringen, mit zelligen Elementen im menschlichen Rückenmarke auf grosse Schwierigkeiten stossen. Nachdem aber *Lenhossék* auch am Rückenmark von Hühnerembryonen hintere Wurzelfasern aus seit-

lichen Vorderhornzellen entspringen sah, darf man wohl auch für manche hintere Wurzelfasern höherer Wirbelthiere einen Ursprung aus Zellen des Rückenmarkes annehmen.

Auf ein sehr eigenthümliches Verhalten der hinteren Wurzelfasern, das jedenfalls für einen beträchtlichen Theil derselben — wenn auch wohl nicht für alle — zutrifft, haben *Ramon y Cajal* und *Kölliker* in letzterer Zeit hingewiesen. Die betreffenden Nervenfasern der hinteren Wurzeln theilen sich bei ihrem Eintritte ins Mark, oder bald darnach etwa in der Form eines *Y* in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast; beide Aeste lassen sich ziemlich weit in der longitudinalen Richtung verfolgen und biegen schliesslich in die graue Substanz des Hinterhornes ein, woselbst sie sich (jedenfalls der absteigende) in ein feines Fasernetz auflösen. — Beide Aeste geben während ihres longitudinalen Verlaufes eine Anzahl feinerer und gröberer Seitenäste (Collateralen) ab, welche sich zu Bündeln vereinigen, die Substantia gelatinosa durchziehen und ihr dadurch das bekannte streifige Aussehen verleihen.

Alle diese Collateralen lösen sich schliesslich in das feine Fasernetz auf; manche von ihnen gelangen nach vorne bis in das Vorderhorn, andere treten durch die hintere Commissur in die graue Substanz der anderen Seite ein.

Es darf nicht vergessen werden, dass die hinteren Wurzeln keineswegs aus lauter gleichwerthigen Fasern aufgebaut sind; sie entwickeln sich auch nicht gleichzeitig, sondern in mindestens vier Absätzen *(Flechsig)*. Daher muss man auch voraussetzen, dass dem wechselnden anatomischen Verhalten der einzelnen hinteren Wurzelfasern auch eine verschiedene physiologische Bedeutung entspricht.

Es ist aber nur wenig, was in dieser Beziehung bisher anzunehmen erlaubt ist: Jene Faserbündel, welche in den Hintersträngen cerebralwärts ziehen, dürften der Leitung der Muskelsensibilität dienen; die *Clarke*'schen Säulen scheinen hauptsächlich Durchgangsstationen darzustellen für jene Bahnen, denen die Leitung der visceralen Empfindungen zukommt. Aus experimentellen Ergebnissen, sowie aus nicht wenigen klinischen Erfahrungen über halbseitige Läsionen des Rückenmarkes, wobei man unterhalb der Läsion motorische Lähmung derselben Seite, Hautanästhesie der anderen Seite beobachtete (*Brown-Sequard*'sche Lähmung), hat man den Schluss gezogen, dass die Bahnen für die Hautsensibilität (vielleicht schon die betreffenden Antheile der hinteren Wurzelfasern) sich bald oberhalb ihres Eintrittes in das Rückenmark kreuzen. — Der anatomische Nachweis dieser Kreuzung ist bisher vielleicht noch nicht vollständig gelungen; die hintere Commissur ist entschieden zu faserarm; eher hätten

wir den Ort der Kreuzung in der vorderen Commissur zu suchen *(Edinger)*.

Der **Markmantel** des Rückenmarkes zerfällt in eine Anzahl von Unterabtheilungen, über deren Abgrenzung man sich aber auch erst durch Herbeiziehung der pathologischen und der entwickelungsgeschichtlichen Methode Aufschluss verschaffen kann. Vorauszuschicken ist, dass die Anzahl dieser einzelnen voneinander zu sondernden longitudinalen „Stränge" bei fortgesetzter eingehender Untersuchung sich immer noch vermehrt, und dass die Differenzirung der verschiedenen Fasermassen eine mehr und mehr ins Detail gehende zu werden verspricht. Wir werden uns hier auf die allgemein acceptirten Thatsachen beschränken müssen und von der Eintheilung *Flechsig*'s ausgehen, welcher zuerst auf entwickelungsgeschichtlicher Basis die Unterscheidung der verschiedenen Rückenmarksbahnen vorgenommen hat.

Es muss hervorgehoben werden, dass man zwischen langen und kurzen Bahnen im Rückenmark zu unterscheiden pflegt. Kurze Bahnen verbinden nur nahe bei einander liegende Stellen der grauen Rückenmarksubstanz, während die langen Bahnen aus Fasern bestehen, welche bis in die Medulla oblongata oder auch weiter verfolgt werden können. Am Schnitte ist dieser Unterschied selbstverständlich nicht nachweisbar, wohl aber an pathologischen Präparaten oder nach experimentellen Rückenmarksverletzungen; kurze Bahnen werden die Degeneration der Nervenfasern immer nur eine kurze Strecke ober- oder unterhalb der Läsion erkennen lassen, während in den langen Bahnen die degenerirten Bündel von der Läsion cerebral- oder caudalwärts meist durch das ganze Mark verfolgt werden können (vgl. pag. 34). Es darf aber dieser Unterschied zwischen kurzen und langen Bahnen keineswegs als ein durchgreifender angesehen und seine physiologische Bedeutung nicht überschätzt werden; selbst das eben angeführte Kriterium der secundären Degeneration trifft wahrscheinlich nicht für alle Fälle zu.

Im Vorderseitenstrange jeder Seite haben wir vier lange Bahnen zu unterscheiden. Da die einzelnen Unterabtheilungen der weissen Rückenmarkstränge sich nicht in allen Höhen dieses Organes ganz gleich verhalten, so wollen wir zunächst als Paradigma einen ein wenig schematisirten Querschnitt durch das obere Halsmark betrachten (Fig. 106).

1. Die Pyramidenvorderstrangbahn oder auch kurzweg der Pyramidenvorderstrang *(PyV)* (*Türk*'sches Bündel) jederseits der Fissura longitudinalis anterior, den medialen Rand des Vorderstranges bildend und häufig noch mehr oder minder an den freien, ventralen Rand lateralwärts umbiegend.

2. Die Pyramidenseitenstrangbahn, Pyramidenstrang *(PyS)*, ein grosses Querschnittsfeld im dorsalen Theile des Seitenstranges.

3. Die Kleinhirnseitenstrangbahn *(KS)*, ein schmaler Saum zwischen der Peripherie des Seitenstranges und dem *PyS*, ventralwärts ein wenig angeschwollen.

4. Das *Gowers*'sche Bündel *(G)* theils an der Peripherie des Rückenmarkes als schmaler Saum ventral vom *KS*, theils ventral vom *PyS* in den Seitenstrang hineinreichend.



Fig. 106. Schematische Uebersicht der weissen Stränge des Rückenmarkes. *PyV* Pyramidenvorderstrang, *VG* Vorderstranggrundbündel, *Ca* Vordere Commissur, *Ra* Vordere Nervenwurzeln, *GSZ* Gemischte Seitenstrangzone, *SG* Seitliche Grenzschicht, *G* *Gowers*'sches Bündel, *KS* Kleinhirnseitenstrangbahn, *PyS* Pyramidenseitenstrangbahn, *RZ* Randzone, *Rp* Hintere Nervenwurzeln, *H G* Hinterstranggrundbündel, bestehend aus *W* Wurzelzone und *Ha* hinteres, äusseres Feld, *GS* *Goll*'scher Strang, *Coa* Vorderhorn, *Cop* Hinterhorn, *SgR* Substantia gelatinosa Rolandi, *Sgc* Substantia gelatinosa centralis, *Hv* ventrales Hinterstrangfeld.

Als kurze Bahnen im Vorderseitenstrange des Halsmarkes werden unterschieden:

1. Das Vorderstranggrundbündel *(VG)*, d. i. jener lateral gelegene Theil des Vorderstranges, der nach Abzug des *PyV* übrig bleibt.

2. Die seitliche Grenzschicht der grauen Substanz *(SG)* am lateralen Rande des Vorderhornes, und weiter den Raum zwischen Hinterhorn und *PyS* ausfüllend.

3. Die vordere gemischte Seitenstrangzone *(GSZ)*, welche schliesslich den noch übrig bleibenden Querschnittstheil des Seitenstranges umfasst. Als dreikantige Bahn bezeichnet *Helweg* ein dreieckiges Gebiet, den lateralsten Vorderwurzeln lateral anliegend, mit der Basis an der Peripherie, mit der Spitze dorsalwärts gerichtet. Er fand es bei Geisteskranken fast nur aus feinsten Fasern bestehend.

Im Hinterstrange ist nur eine einzige sichere, lange Bahn, der mediale (*Goll*'sche) Strang *GS*; lange und kurze Bahnen enthält das Hinterstranggrundbündel *(HG)* (lateraler oder *Burdach*'scher Strang). Letzteren kann man in zwei Abtheilungen zerlegen:

in die Wurzelzone *W* (Zone radiculaire, Bandelette externe), d. i. jenes Gebiet, welches die hinteren Wurzelfasern bogenförmig durchziehen, und zweitens in das hintere äussere Feld *(Ha)*, welches, an der Peripherie gelegen, keine Wurzelfasern enthält.

Ebenso muss der ventralste Theil der Hinterstränge, welcher der hinteren Commissur zunächst liegt, als ein eigenes halbmondförmiges Gebiet — ventrales Hinterstrangfeld — abgeschieden werden *(Hv)*.

Zwischen Hinterstrang und Seitenstrang schiebt sich, dem Apex entsprechend, ein kleines Markfeld, die Randzone *Lissauer's (RZ)*, *Waldeyer's* Markbrücke ein.

Die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Bestandtheile der weissen Rückenmarksubstanz ihre Markumhüllungen bekommen, ist folgende:

1. Die vorderen und hinteren Wurzelfasern;
2. die Grundbündel der Vorderstränge;
3. die Grundbündel der Hinterstränge;
4. die vordere gemischte Seitenstrangzone;
5. die seitliche Grenzschicht der grauen Substanz und das *Gowers*'sche Bündel;
6. die medialen Hinterstrangbündel;
7. die Kleinhirnseitenstrangbahn;
8. die Pyramidenseitenstrang- und die Pyramidenvorderstrangbahn (beim Menschen erst um die Zeit der Geburt herum).

Die **Pyramidenbahnen** setzen sich cerebralwärts in die Pyramiden des verlängerten Markes fort, und zwar der Pyramidenvorderstrang, *PyV*, direct, der Pyramidenseitenstrang, *PyS*, in gekreuzter Weise. Ueber die Art, wie der *PyV* cerebralwärts anwächst, sind verschiedene Anschauungen möglich. Am meisten hat die Annahme für sich, dass Fasern den *PyS* (Fig. 105, *15*) verlassen, sich ventral und medianwärts wenden, durch die graue Substanz des Vorderhornes und die weisse Commissur auf die andere Seite gelangen und dadurch den *PyV* constituiren. Es können aber zweitens Fasern aus dem Vorderhorn derselben Seite an dessen medialem Rande austreten und so auf kürzestem Wege den *PyV* erreichen, mögen diese Fasern *(17)* nun aus einer Vorderhornzelle *a* oder *(16)* aus dem Nervennetze der grauen Substanz stammen; drittens ist es nicht ausgeschlossen, dass auch aus den Vorderhornzellen der anderen Seite auf dem Wege der vorderen Commissur Verstärkungsfasern sich dem *PyV* zugesellen. Uebrigens ist die Grösse des *PyV* sehr bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen; man kann im Allgemeinen als Regel anführen, dass je entwickelter der *PyV* einer Seite ist, der gekreuzte *PyS* desto kleiner sein wird, und umgekehrt. Je besser ausgebildet

der *PyV* ist, um so tiefer caudalwärts hinab kann derselbe verfolgt werden; wenn er zwar ausnahmsweise auch noch in der Lendenanschwellung zu erkennen ist, so pflegt er doch in den meisten Fällen bereits im oberen Brustmark, sehr häufig auch schon früher, gänzlich zu verschwinden.

Die Form und Lage des *PyS* ist in den verschiedenen Höhen des Rückenmarkes eine wechselnde. Vom Hinterhorn her reicht er im Seitenstrange auch dort, wo er am besten ausgebildet erscheint, kaum über eine durch die hintere Commissur gelegte Querlinie ventralwärts hinaus. Vom Halsmark angefangen gegen das Sacralmark hin zeigt sich eine allmähliche Abnahme seines Querschnittes, der im unteren Lendenmark schon auf eine sehr kleine Fläche lateral vom Apex reducirt erscheint. Die Zunahme des *PyS* nach aufwärts zu, welche besonders in den Anschwellungen auffallend ist, geschieht vorzüglich durch Fasern *(18, 19)*, welche aus dem seitlichen Rande der grauen Hörner in die Seitenstränge einstrahlen. Diese Bündel stellen jedenfalls die directe oder indirecte Beziehung zu den Nervenzellen der grauen Substanz her.

Mitunter macht sich der *PyS* schon am ungefärbten, in chromsaurem Kali gehärteten Rückenmark durch eine etwas differente Farbe bemerkbar.

Der *PyS* lehnt sich mit einem, und zwar dem der Peripherie nächstliegenden Theile seines dorsalen Randes fast immer an die graue Substanz des Hinterhornes an; von der Rückenmarksoberfläche wird er meist durch den *KS* geschieden, doch erreicht er den freien Rand neben dem Apex etwa vom elften oder zwölften Dorsalnerven angefangen caudalwärts, sowie an einer kurzen Strecke in der Gegend des dritten Cervicalnerven *(Gowers)*. Der Querschnitt des *PyS* ist anfänglich keulenförmig, nimmt aber im Lendenmark die Gestalt eines Dreieckes an.

Absteigende secundäre Degenerationen im Rückenmark, sei es dass die Läsion im Gehirn oder im Rückenmark selbst ihren Sitz hat, betreffen nur *PyV* und *PyS*, und zwar entsprechen die Degenerationsfelder (Fig. 107) ziemlich genau den entwickelungsgeschichtlich abgegrenzten Gebieten. — Bei solchen einseitigen Gehirnläsionen, welche secundäre absteigende Degeneration bedingen, findet man den *PyV* derselben und den *PyS* der anderen Seite betroffen; es ist aber gar nicht selten, dass man bei genauerer Betrachtung eine, wenn auch bedeutend geringere Degeneration im *PyS* derselben Seite, vielleicht auch im gekreuzten *PyV*, finden kann.

Beim Hunde sind die absteigenden Degenerationen diffus *(Schiefferdecker)*. *Marchi* und *Algeri* fanden nach Rindenverletzungen beim

Hunde allerdings auch am ganzen Rückenmarksquerschnitte einzelne degenerirte Fasern; besonders zu erwähnen wäre aber eine auffallende absteigende Degeneration im *Burdach*'schen Strange, wenn die verletzte Rindenstelle hinter der motorischen Zone der anderen Seite lag; es dürfte daher beim Hunde wenigstens ein Theil der Pyramidenbahnen in den Hintersträngen verlaufen, während bei den meisten Nagethieren sämmtliche Pyramidenfasern sich im ventralen Theile der Hinterstränge jederseits zu einem ziemlich compacten Bündel vereinigen *(Stieda, Spitzka, Lenhossék)*; beim Meerschweinchen sind sie zwar in derselben Gegend, aber nur als zerstreute Bündelchen hauptsächlich in der Nähe der grauen Substanz zu finden *(Bechterew)*. — Bei der Maus nehmen die Pyramidenbahnen in der Mitte des Halstheiles nur



Fig. 107. Absteigende Degeneration nach einseitiger Gehirnläsion. Oberes Halsmark. Der Pyramidenvorderstrang der einen und der Pyramidenseitenstrang der anderen Seite sind degenerirt. Der gesunde Pyramidenseitenstrang zeigt eine eben merkliche lichtere Färbung. Vergr. 4.



Fig. 108. Aufsteigende Degeneration in der Cervicalanschwellung. Degenerirt sind beiderseits die *Goll*'schen Stränge *GS*, etwas weniger die Kleinhirnseitenstrangbahn *KS* und die *Gowers*'schen Bündel *GB*. Vergr. 4.

1·14 Procent des gesammten Rückenmarkquerschnittes ein, bei der Katze 7·76 Procent und beim menschlichen Fötus von 36 Centimeter Länge 11·87 Procent *(Lenhossék)*.

Die **Kleinhirnseitenstrangbahn**, *KS*, ist caudalwärts von dem Ursprunge der oberen Lendennerven noch nicht vorhanden; im oberen Lendenmark und im untersten Dorsalmark wächst ihr Querschnitt rasch, weiter hinauf bis zu den unteren Halsnerven nimmt er nur mehr langsam zu, insolange sich noch die Zellen der *Clarke*'schen Säulen finden. Ihre groben Fasern lassen sich ungekreuzt bis in die Substanz des Kleinhirns hinein verfolgen. Im oberen Cervicalmark ist die Grenze der *KS* gegen die *PyS* häufig keine scharfe, indem innerhalb eines mehr oder minder breiten Gebietes beiderlei Fasern miteinander vermischt sind.

Bei Läsionen des Rückenmarkes, welche oberhalb der ersten Lendennerven ihren Sitz haben (oder auch nach Verletzung der hinteren Wurzeln in den gleichen Höhen, *Edinger*), degenerirt die *KS* in aufsteigender Richtung, cerebralwärts (Fig. 108); bei mehr caudalwärts gelegenen Erkrankungen findet eine solche Degeneration nicht statt. Centrale Rückenmarkserkrankungen, z. B. Höhlenbildungen *(Flechsig, Langerhans)*, die fast nur die *Clarke*'schen Säulen zerstören, haben auch Degeneration der *KS* zur Folge. *Pick* hat ferner gesehen, dass von den Zellen der *Clarke*'schen Säulen, Fig. 105 *h*, ein Fortsatz in eine Faser übergeht, welche den Seitenstrang horizontal durchsetzt (horizontale Kleinhirnbündel, *20*) und in der *KS* endet. Es scheint der cerebralwärts gerichtete Fortsatz der *Clarke*'schen Zelle zu sein, welcher nach einiger Zeit seitlich umbiegt und in die *KS* gelangt *(Mott)*. — Aus all diesen Thatsachen muss gefolgert werden, dass die *KS* ihre Fasern aus den *Clarke*'schen Säulen (und vielleicht nur aus ihnen) bezieht.

Das **Gower'sche Bündel** (zuerst von *W. R. Gowers* beschrieben, aufsteigender, anterolateraler Strang, Fasciculus ascendens anterolateralis, commashaped anterolateral tract, laterales System des Seitenstranges von *Bechterew*) beginnt bereits im Lendenmark und lässt cerebralwärts eine continuirliche Zunahme seiner Fasern, *25*, erkennen. Es degenerirt ebenfalls (wenigstens in manchen Fällen) in aufsteigender Richtung und dürfte eine der directen, sensiblen Bahnen vom Rückenmark zum Grosshirn darstellen.

Die übrigen Antheile des Vorder- und Seitenstranges sind durchwegs kurze Bahnen, über die noch wenig Sicheres ausgesagt werden kann. — **Vorderstranggrundbündel** und die **vordere gemischte Seitenstrangzone** scheinen zusammenzugehören und ähnliche physiologische Bedeutung zu besitzen. Vom Rande der grauen Substanz biegen überall zahlreiche Fasern in die eben genannten Stränge hinein *21*, *22*; aus derartigen Fasern scheinen sie hauptsächlich aufgebaut zu sein. Durch Vermittelung der weissen Commissur dürften wohl auch solche Fasern aus dem Vorderhorn der anderen Seite in das *VG* gelangen, *23*.

Das **mediale Hinterstrangbündel**, der *Goll*'sche Strang, nimmt cerebralwärts, wie die anderen langen Bahnen, constant an Querschnitt zu. Im Sacralmark kaum erkennbar, besteht der *Goll*'sche Strang im Lendenmark nur aus einem schmalen convexen Saume an dem Septum posterius, welches die hintere Commissur und häufig auch die dorsale Peripherie des Markes nicht erreicht. — Weiter cerebralwärts bleibt die Keilform vorherrschend, doch ist die ventral gerichtete Spitze nie ganz scharf, vielmehr verbreitert sie sich, nament-

lich im Halsmark in der Nähe der Commissur, die der *Goll*'sche Strang nicht ganz erreicht. Es scheint dieses in der Concavität der grauen Commissur liegende halbmondförmige Gebiet, das ventrale Hinterstrangfeld (Fig. 106 *Hv*), eine besondere Bedeutung zu besitzen. Im Cervicalmark erhält der Querschnitt des *GS* dadurch die Gestalt einer Flasche. Eine sichere scharfe Umgrenzung des *GS* ist übrigens erst vom mittleren Dorsalmark angefangen möglich. Der *Goll*'sche Strang degenerirt secundär wie die *KS* cerebralwärts, aufsteigend (Fig. 108). Die beiderseits vom Septum posticum gelegenen mediansten Fasern der *Goll*'schen Stränge bilden einen schmalen Saum (mediane Zone der Hinterstränge von *Flechsig*), der sich etwas früher entwickelt als die übrigen *GS* und auch häufig ein verschiedenes pathologisches Verhalten zeigt.

Seine Fasern erhält der *GS* jedenfalls von den hinteren Wurzeln, auf welchem Umwege, ist aber noch nicht ganz klar. Eine, wie man annehmen muss, indirecte Beziehung zu den hinteren Wurzeln derselben Seite ist unzweifelhaft; nicht sichergestellt, aber wahrscheinlich ist eine solche Verbindung mit den hinteren Wurzeln der anderen Seite durch die hintere Commissur, *12*. Nach Durchtrennung einer hinteren Wurzel degeneriren im Niveau des Eintrittes dieser Wurzel bei Hunden und Katzen die laterale hintere Partie des gleichseitigen *HG* (*Wagner J.*), also ein der Spitze des Hinterhornes an ihrem medialen Rande unmittelbar anliegendes Dreieck. Durch die in das *HG* eintretenden Fasern der nächsthöheren Wurzeln wird dieses Dreieck vom Hinterhorn ab weiter medianwärts gerückt; es schieben sich also die den einzelnen hinteren Wurzeln zugehörigen Fasern in den Hintersträngen in ihrem cerebralwärts gerichteten Verlaufe immer näher gegen die Mittellinie zu, während die lateralen Partien des Hinterstranges für die oberen, neu hinzukommenden Fasern bestimmt sind; dabei rückt die degenerirte Partie, wenn die durchschnittenen Wurzeln dem Plexus ischiadicus angehörten, in den *Goll*'schen Strang hinein, während, wenn sie vom Plexus brachialis herrührten, das Degenerationsfeld sich dem *GS* nur lateral anlegt. So geschieht es, dass im oberen Halsmark der *Goll*'sche Strang nur Bahnen für die unteren Extremitäten enthält, während im *HG* viele (vielleicht alle) der im Hinterstrange verlaufenden, den oberen Extremitäten angehörigen Fasern zu suchen sind. Die Faserbündel aus dem Nervus ischiadicus treffen wir in der Höhe der Cervicalanschwellung in der dorsalsten, der Peripherie anliegenden Partie des *GS*. Da nach einseitiger Durchschneidung hinterer Wurzeln diese eben beschriebene Degeneration in den Hintersträngen sich immer auf die operirte Seite beschränkt, andererseits durch das Experiment und durch die klinische

Erfahrung festgestellt ist, dass die Bahnen für die Hautsensibilität sich bald nach ihrem Eintritt ins Rückenmark kreuzen, so ist es wahrscheinlich, dass die Hinterstränge hauptsächlich zur Leitung der Muskelsensibilität bestimmt sind *(J. Wagner)*. Damit würde es auch stimmen, dass bei den extremitätenlosen Walthieren die Hinterstränge auffallend unentwickelt bleiben.

Die **Hinterstranggrundbündel** setzen sich zunächst aus dem medialen Antheile der hinteren Wurzelfasern *11* bis *14* zusammen, theils während ihres horizontalen, theils während des longitudinalen Verlaufes. Daher erklärt es sich auch, dass dieses Gebiet des Hinterstranges ein eigenthümliches netzförmiges Aussehen hat. Nach Durchschneidung des Rückenmarkes degenerirt auch das *HG* in aufsteigender Richtung, doch nur eine kurze Strecke weit, die Degeneration nimmt rasch ab, um (etwa in der Höhe von 1 bis 2 Nervenursprüngen) gänzlich zu verschwinden; es sind eben hauptsächlich die Wurzelfasern, welche degeneriren. Es müssen aber ausser den Wurzelbündeln noch andere longitudinale Fasern im *HG* vorhanden sein, die noch nicht sämmtlich genau bekannt sind (siehe oben); so fehlen beispielsweise die Wurzelbündel vollständig in dem der Peripherie anliegenden Theile (hinteres äusseres Feld, *Ha*, und mit Hinzurechnung der einstrahlenden Wurzelbündel bis zur *Lissauer*'schen Randzone: hintere mediale Wurzelzone von *Flechsig*), medianwärts von der Eintrittsstelle der hinteren Wurzeln.

Eine weitere Differenzirung des *HG* darf jedenfalls mit Sicherheit noch erwartet werden; so widerstehen manchmal die lateralsten, den Hinterhörnen anliegenden Bündel des *HG* weitaus länger als die anderen einer Degeneration; desgleichen bleiben auch die medialsten Fasern des *HG*, welche dem *GS* anliegen, mitunter lange intact.

Es erübrigt noch eine Recapitulation der in der **weissen Commissur** verlaufenden Fasern; folgende Bündel dürfen daselbst gesucht werden (vgl. Fig. 105).

1. Vordere Wurzelfasern, welche zu den spindelförmigen medialen Zellen im Vorderhorn *d* und theilweise auch zu anderen Vorderhornzellen der anderen Seite ziehen, *4*.

2. Fasern aus dem *PyV* in den *PyS* der anderen Seite, *15*.

3. Fasern aus einem Vorderhorn in das *VG* der anderen Seite, woselbst sie in die Längsrichtung umbiegen, *23*.

4. Wirkliche Commissurenfasern zwischen beiden Vorderhörnern sind vielleicht nur in der ventralen grauen Commissur vorhanden, *24*.

5. Wahrscheinlich auch hintere Wurzelfasern (respective deren indirecte Fortsetzungen), welche zum contralateralen Vorderhorn ziehen.

Alle anderen in der weissen Commissur beschriebenen Faserarten sind noch so unsicher, dass wir auf ihre Erwähnung Verzicht leisten können.

Man pflegt häufig das Rückenmark in eine Succession von Abschnitten, **Segmenten**, zu zerlegen, in der Weise, dass jedes solche Segment einem vorderen und dem dazugehörigen hinteren Nervenwurzelpaare entsprechen würde. Ein derartiges Segment sollte eine „spinale Einheit" für ein bestimmtes Körpergebiet darstellen. — Diese Auffassungsweise, die namentlich auch in der vergleichenden, Anatomie ihre Stützen findet, wurde hier nicht weiter herangezogen weil einerseits anatomische Verhältnisse, wie z. B. die longitudinale Ausbreitung hinterer Wurzelfasern über die Höhe mehrerer Segmente, andererseits die von *Gad* nachgewiesenen langen Reflexbögen sich mit einer solchen strengen Zerlegung des Rückenmarkes an höheren Thieren nicht gut vereinigen lassen.

4. Gefässe des Rückenmarkes.

Das Rückenmark wird theils durch Arterien, welche von den Arteriae vertebrales abgehen, mit Blut versorgt, theils auch durch solche Zweige, die von den Arteriae intercostales, lumbales und sacrales herstammen, durch die Foramina intervertebralia in den Wirbelcanal eintreten und mit vorderen oder hinteren Nervenwurzeln an das Rückenmark gelangen.

Kurz vor der Vereinigung der Arteriae vertebrales zur Arteria basilaris geht vom inneren Rande einer jeden derselben (manchmal auch nur von einer allein) ein ziemlich schwacher Gefässast, an der ventralen Fläche der Medulla oblongata mit dem der anderen Seite convergirend, herab und erreicht die Fissura longitudinalis anterior meist noch cerebralwärts vom oberen Halsmarke. Hier vereinigen sich diese beiden Arteriae vertebrospinales zur unpaaren Arteria spinalis anterior, welche nun, der Fissura longitudinalis anterior entsprechend, caudalwärts bis zum Conus medullaris verfolgt werden kann. Häufig erfolgt aber diese Vereinigung beider Arteriae vertebrospinales erst tiefer (in der Höhe der vierten und fünften, selbst sechsten Spinalwurzel) oder sie trennen sich wiederholt nach stattgefundener Verschmelzung.

Die Zuflüsse, welche von aussen her mit den vorderen Wurzeln an die ventrale Fläche des Rückenmarkes herantreten und in die Arteria spinalis anterior einmünden, sind zwar nicht sehr zahlreich (ihre Zahl ist eine sehr schwankende, mitunter nur drei), aber ihrem

Caliber nach bedeutend, und zwar ist immer die caudalste Arterie die grösste. Man trifft diese Arteria spinalis magna nach *Adamkiewicz* zwischen der achten Brust- und dritten Lendenwurzel einseitig, rechts so häufig wie links.

Von der Arteria spinalis anterior (Fig. 109 *Spa*) gehen fortwährend unter rechtem Winkel starke Aeste dorsalwärts in die Fissura longitudinalis anterior hinein, *s*, Arteriae sulci, ferner lateralwärts Aestchen, die sich gegen die vorderen Wurzeln wenden (Arteriae radicinae), sich aber weiterhin auch an der Bildung eines zierlichen Anastomosennetzes an der lateralen Rückenmarksfläche betheiligen.

Etwas anders ist das Verhalten der Arterien an der hinteren Rückenmarksfläche. Auch hier geht von der Arteria vertebralis jederseits eine Arterie ab (Arteria vertebrospinalis posterior oder kurzweg Arteria spinalis posterior), die aber, lateral den hinteren Wurzeln anliegend, caudalwärts zieht, ohne sich mit der gleichnamigen Arterie der anderen Seite zu einem unpaaren Aste zu vereinigen. Bei diesem Verlaufe bleibt die Selbständigkeit der Arterie nicht erhalten, man muss vielmehr sagen, dass eine Kette von Anastomosen lateral und eine andere solche medial von den hinteren Wurzeln entsteht, welche beiden Anastomosenketten nicht nur durch zahlreiche Queranastomosen untereinander zusammenhängen, sondern ausserdem noch im Bereiche der meisten hinteren Wurzeln durch von aussen kommende dünne Arterien gespeist werden. Auch gehen von hier aus Arterienstämmchen medianwärts gegen den Sulcus longitudinalis posterior, und endlich betheiligen sich andere an der Bildung des früher erwähnten Arteriengeflechtes an der lateralen Rückenmarksfläche.

Am Conus terminalis tritt aus der Arteria spinalis anterior jederseits ein ziemlich beträchtlicher Seitenast lateralwärts ab (Rami cruciantes von *Adamkiewicz*), welche mit den Arterien der Dorsalfläche anastomosiren. Auffallend ist auch der stark geschlängelte Verlauf der Arterien im Gebiete des Conus medullaris.

Die verschiedenen Aeste und Zweigchen, welche sich an der Oberfläche des Rückenmarkes in der Pia mater ausbreiten, zeichnen sich durch die besonders grosse Zahl gröberer und feinerer Anastomosen aus.

Von den zahlreichen Venen an der Rückenmarksoberfläche verdient namentlich die unpaare Vena spinalis anterior, die mit der gleichnamigen Arterie verläuft, Erwähnung.

Uebergehend zu den **Gefässen im Innern der Rückenmarksubstanz** (Fig. 109), muss zunächst auf den grossen Reichthum der grauen

Substanz an Blutgefässen im Vergleiche zur weissen Substanz aufmerksam gemacht werden.

Sämmtliche Arterien der Rückenmarksubstanz lassen sich in zwei Systeme bringen: 1. in das Gebiet der Arteriae sulci und 2. in das Gebiet der Vasocorona *(Adamkiewicz)*.

Die Arteriae sulci, *s*, dringen von ihrem Ursprung aus der A. spinalis ant. *(Spa)* bis in den Grund der Fissura longitudinalis anterior vor und wenden sich hier, ventral von der weissen Commissur, lateralwärts entweder nach rechts oder links (Bifurcationen sind nach *Kadyi* sehr selten) als Arteriae sulco-commissurales, *sc*; letztere gelangen in die graue Substanz des Vorderhornes und lösen sich hier nach und nach in ein dichtes Capillarnetz auf, welches sich über den grössten Theil des Querschnittes der grauen Hörner ausbreitet. Auch der angrenzende Theil der weissen Substanz erhält nach *Kadyi* Aeste aus dieser Arterie. Ein besonderer, grösserer arterieller Ast pflegt zu den *Clarke*'schen Säulen hinzuziehen und dieses Gebiet ausschliesslich zu versorgen, *cl*. Bald nach ihrem Eintritt in die graue Substanz entsendet jede Art. sulco-commissuralis einen sehr beträchtlichen anastomosirenden Ast, *an*, cerebralwärts und einen ähnlichen caudalwärts, so dass durch die ganze Länge des Rückenmarkes hindurch eine ununterbrochene, longitudinale Anastomosenkette hergestellt erscheint. Man hat die Lücken in der Substanz des Rückenmarkes, lateral vom Centralcanale, welche zur Aufnahme dieser anastomosirenden Arterien mit den dazu gehörigen Venen bestimmt sind, früher fälschlich nur für quergetroffene Venen (Central-Venen) gehalten.

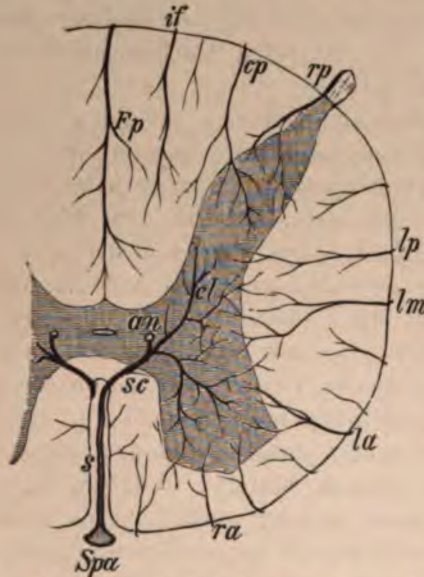


Fig. 109. Halbschematische Darstellung der Arterien im Innern des Rückenmarkes *Spa* Art. spinalis anterior, *s* A. sulci, *sc* A. sulco-comissuralis, *an* deren anastomosirender Ast, *cl* A. columnae vesicularis, *Fp* A. Fissurae post., *ra* A. radicum anteriorum, *rp* A. radicum posteriorum, *cp* A. cornu posterioris, *if* A. interfunicularis, *la*, *lm*, *lp*, A. lateralis anterior, media et posterior.

Unter der Bezeichnung Vasocorona kann man die Gesammtheit jener arteriellen Aestchen zusammenfassen, welche von der Peripherie her radienartig in die Rückenmarksubstanz einstrahlen; die feineren

unter ihnen sind blos für die weisse Substanz bestimmt, während die stärkeren Arterien bis in die grauen Hörner gelangen. Der periphere Theil der grauen Substanz, sowie die anstossenden Partien der weissen Stränge erhalten ihre Gefässe von beiden Systemen in unregelmässiger Folge; dieses streitige Gebiet macht etwa den dritten Theil des gesammten Rückenmarksquerschnittes aus *(Kadyi)*.

Die grösste der zur Vasocorona gehörigen Arterien ist die Art. fissurae posterioris, *Fp*, die im Septum posterius bis nahe an die graue Commissur ventralwärts zieht und dabei zahlreiche Aeste nach beiden Seiten hin abgibt.

Zwischen *Goll*'schem und *Burdach*'schem Strange im Septum paramedianum verläuft ebenfalls meist eine grössere Arterie (Art. interfunicularis) *if*; überhaupt findet man die bedeutenderen Aestchen immer in den bindegewebigen Septis. Auch mit den vorderen und hinteren Wurzeln dringen Arterien von der Peripherie ein und gelangen bis in die graue Substanz (Art. radicum anter. et poster.), *ra*, *rp*. Letztere, die Art. radicum post., versorgen auch die Substantia gelatinosa Rolandi. Eine Arterie pflegt medial von den hinteren Wurzeln den *Burdach*'schen Strang zu durchsetzen und sich in den Kopf des Hinterhornes zu verlieren, Arteria cornu posterioris, *cp*. Zwei ziemlich constante Arterien gelangen von der Pia mater in den Seitenstrang und in die angrenzende graue Substanz, die Art. lateralis anterior, *la*, und die A. lateralis media, *lm*, letztere etwa der Mitte des Seitenstranges entsprechend. Eine A. lateralis posterior, *lp*, ist weniger constant.

Die Venen folgen im Grossen und Ganzen dem Verlaufe der Arterien; doch sind die Venae sulci nicht genügend weit, um alles durch die Arteriae sulci zugeführte Blut abzuführen; andererseits aber überwiegen in der Vasocorona, namentlich an der hinteren Rückenmarksperipherie, die Venen *(Kadyi)*.

5. Pathologisch-anatomische Veränderungen des Rückenmarkes.

Den Erkrankungen des Rückenmarkes, soweit sie uns vom pathologisch-anatomischen Standpunkte aus hier interessiren, kann bei der Reichhaltigkeit des Stoffes nur eine ganz cursorische Erwähnung zu Theil werden.

Die pathologisch-anatomischen Veränderungen, denen wir im Rückenmark begegnen, können in diesem Organe selbst ihren Ausgangspunkt nehmen oder von anderen Organen (Gehirn, Nervenwurzeln, Knochen, Meningen) her secundär in dieses übergreifen —

dem entsprechend unterscheiden wir primäre und secundäre Rückenmarksprocesse; primäre wie secundäre sind ferner entweder diffuse oder Systemerkrankungen. Charakteristisch für Systemerkrankungen ist es, dass die pathologisch-anatomischen Veränderungen in ihrem Auftreten nnd ihrem longitudinalen Weiterschreiten sich an bestimmte, im Vorhergehenden präcisirte Gebiete der weissen Substanz (Stränge) oder der grauen Centralmasse halten und diese Grenzen zunächst nicht überschreiten, sodass wir gerade durch das Studium solcher Processe vielfach Aufschluss über die Fasersysteme des Rückenmarkes erhalten haben. Im Gegensatze hierzu sehen wir, dass die diffusen Erkrankungen des Rückenmarkes diese Abgrenzungen in keiner Weise respectiren.

Vorerst wären auch die acuten Processe von den chronischen zu trennen.

Acute Rückenmarkserkrankungen.

Hierher gehören zunächst die **Anämie** und die **Hyperämie** des Rückenmarkes, weiterhin die **Hämorrhagie** in die Rückenmarksubstanz (Apoplexia spinalis, Hämatomyelie). Letztere tritt spontan oder in Folge von Traumen, von vermindertem Luftdruck, secundär bei myelitischen Processen auf und befällt mit Vorliebe, als spontane Blutung, die graue Substanz der dem Gehirn nahe liegenden Partien des Rückenmarkes. Ist die Substanz des Rückenmarkes sonst gesund, so zeigen solche Blutungen die Tendenz, sich der Längsrichtung dieses Organes entsprechend auszubreiten, Röhrenblutung. Capilläre Blutungen kommen im Rückenmark auch vor, sind aber selten.

Die **acute diffuse Myelitis** ist in vielen Fällen traumatischen Ursprunges (z. B. nach Erschütterung des Rückenmarkes) oder aber toxisch, auf luetischer Grundlage, beim Tetanus u. a. — Auch hier erscheint die graue Substanz wegen ihres grösseren Gefässreichthums meist im höheren Grade ergriffen, ausser in den Fällen, in welchen, wie z. B. bei der seltenen tuberculösen Infiltration, der Process von den Meningen hereindringt. Es kann vollständige Erweichung des Rückenmarkes in beträchtlicher Längenausdehnung das Endresultat einer derartigen Myelitis sein.

Im ersten Stadium der acuten Myelitis sind die erweiterten Gefässe stark mit Blut gefüllt, in den Lymphräumen um die Gefässe zahlreiche weisse Blutkörperchen; bald zerstreuen sich dieselben aber auch im ganzen Gebiete der Entzündung, wobei sie allerdings um die Gefässe herum weitaus am zahlreichsten sind. Einzelne Nervenfasern

lassen varicös-gequollene Axencylinder erkennen. Die Nervenzellen zeigen verschiedene Arten der Degeneration, oft in knapp nebeneinanderliegenden Zellen, wobei in erster Linie auf die körnige Degeneration (pag. 170) und die homogene Schwellung (pag. 171) hingewiesen werden muss. Mit dem Zerfall der Elemente — mit dem Eintritte der Erweichung — erscheinen dann auch die Fettkörnchenzellen, indem die zahlreich vorhandenen lymphoiden Körperchen sich mit den Zerfallsproducten anfüllen. Reissen dann die ad maximum angefüllten, vom erweichten Gewebe schlecht gestützten Gefässe, so erhalten wir das Bild einer hämorrhagischen Erweichung.

Mitunter trifft man übrigens auch ganz kleine umschriebene Herde, welche die Charaktere acuter myelitischer Veränderung tragen.

Eine systematische acute Myelitis, auf das Gebiet der grauen Vorderhörner beschränkt, treffen wir in der **spinalen Kinderlähmung** und in der **Poliomyelitis acuta** der Erwachsenen. Im Allgemeinen sind die Erkrankungsherde bei der spinalen Kinderlähmung mehr circumscript, als bei der Poliomyelitis acuta adultorum (atrophische Spinallähmung, Tephromyélite antérieure); auch ist bei ersterer Erkrankung fast immer nur das Vorderhorn einer Seite ergriffen. Bei diesen genannten Erkrankungsformen handelt es sich in erster Linie um eine rasch eintretende Destruction der grossen Vorderhornzellen, mitunter verkalken auch einzelne derselben. Gleichzeitig schwindet das nervöse Fasernetz, welches die gesammten Vorderhörner durchzieht, im Bereich der Erkrankung, sodass nach *Weigert*'scher Färbung dieses Gebiet sich von den blaugrau gefärbten gesunden Partien der grauen Substanz durch seine Helligkeit deutlich abhebt. Secundär kommt es dann zu einer gegen die Peripherie bis an die Muskeln fortschreitenden Degeneration der Vorderwurzeln und der entsprechenden motorischen Nervenantheile; im Vorderhorn finden wir weiterhin Verdichtung des Bindegewebes, Vermehrung der *Deiters*'schen Zellen (Sklerose), sowie auch Sklerose der Gefässe. In hochgradigen Fällen kann sich schliesslich die Sklerose auch noch auf die benachbarte weisse Substanz ausbreiten. Ob die Degeneration der Ganglienzellen eine primäre ist, oder erst als Folge einer interstitiellen Myelitis aufzufassen sei, kann noch nicht bestimmt entschieden werden; doch scheint die letztere Anschauung die richtige zu sein.

Chronische Rückenmarkserkrankungen.

a) Primäre Systemerkrankungen.

Sie können betreffen:

1. Die grossen Vorderhornzellen: Chronische Poliomyelitis.
2. Die Pyramidenseitenstrangbahn: Primäre Lateralsklerose

3. Die Hinterstranggrundbündel: Hinterstrangsklerose (Tabes dorsalis).

4. Die Längsfasern der *Clarke*'schen Säulen, z. B. auch in der Tabes dorsalis.

Es können auch zwei oder mehr verschiedene Systeme gleichzeitig erkranken, z. B. *PyS* und Vorderhörner in der amyotrophischen Lateralsklerose.

Alle diese chronischen primären Systemerkrankungen sind gewöhnlich bilateral symmetrisch.

Für die **Tabes dorsalis** charakteristisch ist eine Degeneration der Wurzelzonen in den *HG*, wozu sich Degeneration der medianen Zone der feinen Fasern im Innern der *Clarke*'schen Säulen, sowie in der Randzone *Lissauer's* gesellt — es werden also zunächst fast nur jene Gebiete ergriffen, in welche wir unzweifelhaft hintere Wurzelfasern direct verfolgen können. Weiterhin degeneriren secundär auch der Rest der *HG* (das hintere äussere Feld kann recht lange intact bleiben) und die *GS*, so dass in alten Fällen von Tabes, in denen auch die oberen Extremitäten erkrankt waren, die gesammten Hinterstränge vom Calamus scriptorius bis in den Conus medullaris hinab, vielleicht mit Ausnahme einzelner Fasern nahe der grauen Commissur, sklerosirt erscheinen. Doch kann in sehr vorgeschrittenen Fällen secundär selbst noch die hintere graue Commissur sklerosiren. In jenen Fällen, in welchen die oberen Extremitäten frei geblieben sind, beschränkt sich im Cervicalmarke die Degeneration lediglich auf die *GS* und reicht ventralwärts nicht bis an die Commissur heran. Bei exquisit hervortretenden sensiblen Störungen sollen auch die *Gower*'schen Bündel degeneriren. Es muss aber darauf aufmerksam gemacht werden, dass wir es bei der Tabes vielleicht gar nicht mit einer primären Erkrankung des Rückenmarkes zu thun haben; es ist die Anschauung gewiss sehr zu berücksichtigen, dass der Ausgangspunkt des Processes in den hinteren Wurzeln oder gar in den peripheren Nerven zu suchen sei, die man ja immer oder wenigstens fast immer, und zwar vorzüglich die sensiblen Hautäste, miterkrankt findet. Andererseits verlegt *Jendrassik* die Primärerkrankung bei Tabes in die Grosshirnrinde (namentlich die unteren und hinteren Rindenpartien), woselbst er merklichen Schwund der Markfasern fand; die Sklerose der *HS* hält er nur für eine consecutive Degeneration.

Nicht nur die anatomische Localisation des tabischen Processes, sondern auch dessen histologische Bedeutung haben verschiedenartige Auffassung erfahren. Die parenchymatöse Natur der Erkrankung (im Gebiete der hinteren Wurzelfasern localisirt) scheint allerdings am besten zu den meisten anatomischen Beobachtungen zu stimmen; von

Manchen wurde aber die Tabes für eine interstitielle Myelitis erklärt, die in einer Reihe von Fällen von den Gefässen ausgehen soll.

Eine primäre Erkrankung der gesammten *Goll*'schen Stränge wird zwar von *Pierret* angegeben und von *Vierordt* auch ein Fall von absteigender primärer Degeneration der *GS* beschrieben; allein in beiden Fällen kann die Möglichkeit einer secundären Degeneration nicht völlig ausgeschlossen werden.

Eine besondere Art **combinirter Systemerkrankungen** (die auch in der hereditären Ataxie gefunden wurde) ist jene, wobei die medialen Hinterstrangbündel und die *PyS* (meist nur bis gegen die Pyramidenkreuzung cerebralwärts) degeneriren. In nicht wenigen derartigen Fällen ist aber das streng systematische Auftreten der Degeneration nur scheinbar und es liegt vielmehr eine primäre Meningitis vor (pseudo-systematische Degeneration); das Rückenmark wird erst secundär ergriffen (Fig. 110). Auch kommt es vor, dass von einer primären Erkrankung der Hinterstränge ein meningealer Process ausgeht, welcher dann zunächst „Randdegeneration" an der Peripherie des Markes und weiterhin secundäre Degenerationsvorgänge in den langen Bahnen verursacht. Hieran schliessen sich andererseits die von *Westphal* u. A. beschriebenen Fälle.



Fig. 110. Sogenannte Combinirte Systemerkrankungen des Rückenmarkes. Lendenmark. Vergr. 3. Färbung nach *Pal*. Degenerirt erscheinen die gesammten Hinterstränge, mit Ausnahme ihres Randes an der grauen Substanz, ferner die *PyS*, und endlich in sehr geringem Grade die gesammte Peripherie des Rückenmarkes.

b) Secundäre Systemerkrankungen.

Es ist schon wiederholt davon die Sprache gewesen, in welchen Gebieten des Rückenmarksquerschnittes sich secundäre Degenerationen auf längere Strecken hin entwickeln: absteigend, caudalwärts degeneriren *PyS* und *PyV* (Fig. 107) — aufsteigend, cerebralwärts *GS*, *KS* und *Gower*'sches Bündel (Fig. 108), sowie die feinen Fasern der *Clarke*'schen Säulen, namentlich im medialen und hinteren Theile.

Nach Zerstörung der Pyramidenbahnen im Gehirn kann man ziemlich bald (in 11 Tagen wie *Kahler* und *Pick* fanden) secundäre Degeneration im Rückenmark antreffen.

Inwieweit die Tabes dorsalis und gewisse andere combinirte Systemerkrankungen als secundäre Affectionen aufzufassen sind, wurde soeben besprochen.

Hier kann man auch die Mikromyelie bei Mikrocephalen einreihen; die Verkleinerung betrifft hauptsächlich die Pyramiden- und

die *Goll*'schen Stränge und ist von der mangelhaften Entwickelung des Grosshirns abhängig *(Steinlechner)*.

Uebrigens sollen ausnahmsweise auch secundär absteigende Degenerationen in den Hintersträngen vorkommen.

c) Primäre diffuse Erkrankungen.

1. Die transversale, diffuse **chronische Myelitis** mehr oder minder über den ganzen Rückenmarksquerschnitt ausgebreitet.

2. Die centrale Myelitis, Myélite périépendymaire oder cavitaire, **Syringomyelie** (Fig. 111). — Diese Ausdrücke, obwohl streng genommen nicht identisch, werden häufig für den gleichen anatomischen Befund gebraucht. Bei der eigentlichen Syringomyelie findet man im Innern



Fig. 111. Syringomyelie. *Cc* Centralcanal, *Fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Fslr* Fissura longitudinalis posterior, *Ra* und *Rp* vordere und hintere Nervenwurzeln. Karminpräparat. Vergr. 3.



Fig. 112. Disseminirte Sklerose in der Cervicalanschwellung. Färbung *Pal*. Vergr. 3.

des Rückenmarkes eine mitunter sehr weite (so dass man die Spitze des kleinen Fingers einführen kann) schlauchartige Höhle von verschiedener Länge, die aber fast niemals den Beginn des Lendenmarkes caudalwärts überschreitet und immer die Gegend dorsal vom Centralcanal betrifft, wenn letzterer auch gelegentlich sich in die Höhle selbst eröffnen kann. Mitunter gibt ein centrales Gliom die Ursache für die Höhlenbildung ab. Auch eine Gefässerkrankung, welche zur Obliteration führt, kann Ursache einer centralen Myelitis und dadurch bedingten Höhlenbildung sein *(Joffroy)*. Bemerkenswerth erscheint es, dass gerade in jenen Abschnitten des Rückenmarkes der syringomyelitische Process am häufigsten gefunden wird, in denen es gewöhnlich durch Wucherungen des Ependyms zum Verschlusse des Centralcanales kommt.

Von der Syringomyelie wohl zu unterscheiden ist eine dem Hydrocephalus chronicus analoge Erweiterung des Centralcanales selbst (**Hydromyelie**), wobei die Höhle von einem deutlichen Epithelüberzug ausgekleidet erscheint. Bei genauer Untersuchung dürften sehr viele

Fälle von centraler Höhlenbildung, die man zunächst als Syringomyelie auffassen möchte, eine Mitbetheiligung des Centralcanales erkennen lassen *(Chiari)*.

3. Die **disseminirte Sklerose** (herdweise, inselförmige Sklerose, Sclérose en plaques) (Fig. 112).

Die degenerirten Stellen sind von sehr verschiedener Grösse (es kann selbst der ganze Querschnitt des Markes sklerosirt sein) und machen sich am frischen Präparate durch ihre grauröthliche oder auch bräunliche Farbe bemerkbar; nach der Härtung im Chromsalze erscheinen sie hellgelb. Sie können an allen Stellen des Rückenmarksquerschnittes vorkommen, breiten sich auch von der weissen Substanz auf die graue hinüber aus und umgekehrt. In allen Höhen des Rückenmarkes finden sich sklerotische Herde, doch sind sie im Lendenmark weniger häufig als in den oberen Partien. Fast alle sklerotischen Herde des Rückenmarkes reichen an die Peripherie heran, rein centrale Herde sind selten, am seltensten solche in der grauen Substanz. Symmetrische Herde können zufällig zu Stande kommen, oder aber beispielsweise in den Vordersträngen, indem sie von der Piafalte des Sulcus long. ant. ausgehend, nach beiden Seiten hin sich ausbreiten. Im Allgemeinen kennt ein solcher sklerotischer Herd bei seiner weiteren Ausbreitung kein Hinderniss und nimmt beispielsweise in Fig. 112 von beiden Vorderhörnern ein Stück grauer Substanz in Beschlag, ohne irgendwie dabei Halt zu machen. Hingegen kann es geschehen, dass einzelne Faserzüge, besonders Wurzelfasern, so lange der Process nicht sehr hochgradig geworden ist, durch einen sklerotischen Herd intact verlaufen, z. B. einzelne Bündel der vorderen Wurzeln in Fig. 112 beiderseits, oder der N. accessorius, während seines Verlaufes durch den Seitenstrang des oberen Cervicalmarkes.

Die disseminirte Sklerose ist als eine Form der chronischen Myelitis aufzufassen, wobei es zu einer Neubildung derben faserigen Bindegewebes mit Vermehrung der *Deiters*'schen Zellen kommt, in welchem die nervösen Elemente schliesslich zugrunde gehen. Es ist schon erwähnt worden, dass die Axencylinder der Nervenfasern erst mit den höchsten Graden des Processes zugrunde gehen, so dass also secundäre, von den Herden ausgehende Degenerationen nicht sehr häufig sind. Die Ganglienzellen, welche auch relativ spät ergriffen werden, können alle jene Veränderungen zeigen, die der Myelitis eigen sind (vgl. den Abschnitt über die krankhaften Veränderungen der Ganglienzellen); die Gefässe erscheinen verdickt, sklerosirt, sie liegen meist in erweiterten Spalträumen.

Es ist wiederholt die Anschauung ausgesprochen worden, dass der sklerotische Process von den Meningen ausgehe, doch ist diese

Theorie keineswegs genügend fundirt, da man die Pia in der Nähe selbst grösserer Herde relativ normal antreffen kann. Gänzlich zurückzuweisen ist die Ansicht, dass eine primäre Erkrankung der Gefässe vorliege; die Ausbreitung der Herde hat auch nicht den geringsten Bezug zur Verlaufsweise der intraspinalen Gefässe.

Die inselförmige Sklerose befällt meist Gehirn und Rückenmark gleichzeitig. Die mitunter sehr ausgedehnten zahlreichen sklerotischen Herde im Gehirn findet man vorzüglich in der Brückengegend und in der weissen Markmasse des Gehirns. Das Ependym der Seitenventrikel bildet dort oft den Ausgangspunkt für sehr grosse Herde.

4. Zu den primären diffusen Erkrankungen des Rückenmarkes kann man auch die **Tumoren** der Rückenmarksubstanz rechnen.

Mit Ausnahme der Gliome gehen sie aber meist von den Häuten aus und gehören in die nächste Kategorie.

Bei einem Kaninchen fand *Kronthal* im Seitenstrang ein Lipom. Es kann ausnahmsweise einmal ein Tuberkel ganz isolirt von der Pia im Innern des Markes angetroffen werden, noch seltener sind Sarkome.

5. Die **senile Atrophie** des Rückenmarkes ist makroskopisch auch bei sehr alten Personen meist wenig oder gar nicht erkennbar, da ja die Grössenverhältnisse des normalen Markes sehr schwankend sind. Von *Ollivier* wird allerdings ein Fall berichtet, in welchem das Rückenmark in seiner ganzen Länge auf ein Drittel seines Volumens reducirt war. Die mikroskopisch auffindbaren Zeichen einer senilen Rückenmarksatrophie sind nach *Leyden* folgende: Sehr zahlreiche Amyloidkörperchen, Atrophie der Ganglienzellen mit Pigmentanhäufung in ihnen und die für das Senium charakteristischen Gefässalterationen, welche auch zu trombotischen Erweichungsherden führen können. Doch zeigen sehr viele Rückenmarke hochbetagter Personen mit Ausnahme der Amyloidkörperchen keines dieser oben angeführten Kennzeichen oder nur theilweise.

6. Endlich wären hier auch diffuse **Gefässerkrankungen**, z. B. das Auftreten von zahlreichen Miliaraneurysmen, die sonst im Rückenmark *(Hebold)* sehr selten sind, zu erwähnen, eine Erkrankung, welche von *Koehler* und *Spitzka* einmal durch die ganze Länge des Markes beobachtet wurde.

Gar nicht selten sieht man eine Sklerose der Arterien, die fast nur auf der ventralen Theil der Hinterstränge, und zwar besonders im Lendenmark beschränkt erscheint. In höheren Graden dieses Processes schreitet dann von der Peripherie der Gefässe die Sklerose in das anliegende Mark hinein und weiterhin kommt es zu einer aufsteigenden secundären Degeneration in den Hintersträngen *(Redlich)*.

d) Secundäre diffuse Erkrankungen.

Am häufigsten entstehen solche durch Druck von aussen her (Compressionsmyelitis), so beispielsweise in der Pachymeningitis cervicalis hypertrophica (entzündliche Verdickung der Dura mater spinalis in der Cervicalgegend); weiterhin wirken comprimirend Tumoren im Wirbelcanale, z. B. lipomatöse Wucherung des periduralen Fettgewebes, Echinococcen (meist ausserhalb der Dura) und direct von den Häuten ausgehende Neubildungen, namentlich Gummata, Myxome und Sarkome mit der Tendenz zur Höhlenbildung, auch solitäre Tuberkel; weitaus die häufigste Ursache für solche secundäre Rückenmarksprocesse sind aber Wirbelerkrankungen, namentlich Wirbelcaries, seltener Wirbeltumoren. Namentlich in den früheren Stadien der Compressionsmyelitis sind die peripheren Partien des Rückenmarkes, die der Einwirkung des Druckes am meisten ausgesetzt sind, auch am intensivsten erkrankt. Das interstitielle Bindegewebe erscheint zu einem groben Maschenwerk verdichtet, durch welches noch mehr oder minder viele intacte Nervenfasern durchpassiren. Nach und nach gehen immer mehr Nervenfasern unter Auftreten von Fettkörnchenzellen, häufig mit Quellung des Axencylinders, zugrunde.

Meningitis spinalis kann zwar auch durch Druck des Exsudates auf das Rückenmark eine Compression ausüben; bedeutungsvoller ist aber eine directe concentrische Fortpflanzung des entzündlichen Processes in die Rückenmarksubstanz hinein, Myelitis annularis. Früher wurde bereits erwähnt, dass auch gewisse combinirte Systemerkrankungen auf eine primäre Meningitis zurückgeführt werden dürfen.

Auf die histologischen Details der verschiedenen bisher angeführten pathologischen Processe konnte hier umsoweniger eingehend Rücksicht genommen werden, als dieselben zum nicht geringen Theile noch strittig sind. Uebrigens wurde bereits in dem Capitel von den Elementen des Nervensystems das wichtigste darauf Bezügliche mit herangezogen. Hier soll nur bemerkt werden, dass es von Bedeutung sein kann, im einzelnen Falle nachzuweisen, ob die nervösen Bestandtheile des Rückenmarkes den Ausgangspunkt der Erkrankung bilden (parenchymatöse Processe) oder andererseits das Stützgewebe oder die Gefässe (interstitielle Processe).

Nehmen wir beispielsweise einen secundär degenerirten *PyS* und einen ähnlich gelegenen Herd bei der inselförmigen Sklerose. Im ersten

Falle betrifft die Erkrankung zunächst die Nervenfasern, im anderen handelt es sich um eine interstitielle Wucheruug, wodurch die Nervenfasern erst indirect beschädigt werden; daher kommt es auch, dass hier die Axencylinder noch lange Zeit, nachdem das Mark schon zerstört ist, intact gefunden werden, dass die physiologischen Leistungen dementsprechend relativ gut erhalten bleiben und eine von diesen Herden ausgehende secundäre Degeneration häufig vermisst wird.

Das Vorkommen von Fettkörnchenzellen im Rückenmarke ist bei verschiedenen Processen ein wechselndes. In der Dementia paralytica fehlen die Fettkörnchenzellen im Rückenmark wohl niemals *(Westphal)*, doch findet man sie oft auch bei anderen Gehirnerkrankungen. Selbst bei Erkrankungen anderer Körperorgane sind Fettkörnchenzellen häufig im Rückenmark gefunden worden, allein auf jene Abschnitte beschränkt, von welchen die das erkrankte Organ versorgenden Nerven abgehen. Die Fettkörnchenzellen sind fast nie gleichmässig über den ganzen Rückenmarksquerschnitt ausgestreut; so sind sie beispielsweise bei secundärer Degeneration fast nur in den erkrankten Strängen anzutreffen.

Bildungsfehler des Rückenmarkes findet man nicht gar so selten; dahin gehört auch eine abnorme Gestaltung der grauen Substanz, z. B. Asymmetrie beider Hälften, Heranreichen des Vorderhornes bis an die Peripherie, Abgetrenntsein einzelner Theile der grauen Substanz u. dgl. (man hüte sich, bei der Section lädirte Rückenmarkstellen für abnorm configurirt zu halten). Besonders merkwürdig sind jene Fälle, in denen eine Strecke hindurch eine Hälfte des Rückenmarkes *(Bramwell)* oder selbst beide Hälften *(Fürstner, Zacher, Kronthal, Jacobsohn)* gewissermassen verdoppelt erscheinen. Eine abnorme Lagerung der *Clarke*'schen Säulen in der hinteren Commissur, so dass sie sich in der Mittellinie beinahe berühren, wie sie zuerst *Pick* beschrieben hat, kann man wiederholt finden; derselbe theilt auch den Fall einer im Rückenmark sehr seltenen Heterotopie grauer gelatinöser Substanz mit; in einem anderen Falle *(Musso)* fand sich ein kleiner heterotopischer Herd im Hinterstrange, welcher nicht blos den Bau der *Clarke*'schen Säulen zeigte, sondern auch mit der gleichseitigen durch einen schmalen grauen Streifen zusammenhing. Nicht zu verwechseln mit der Heterotopie grauer Substanz ist das erwähnte nicht gar so seltene Vorkommen versprengter Ganglienzellen frei in der Marksubstanz.

Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. Kassel 1857—1859. *Goll*, Beitrag zur feineren Anatomie des Rückenmarkes. Zürich 1860. *Golgi*, III. ital. psychiatr. Congress 1880. *Golgi*, Anat. Anzeiger 1890. *Schiefferdecker*, Beiträge zur Kenntniss des Faserverlaufes im Rückenmarke. Archiv f. mikrosk. Anat. X Bd. *Frommann*, Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarkes. Jena

1864—1867. *Waldeyer*, Das Gorilla-Rückenmark. Abh. der Berliner Akad. 1888. *Porter W. T.*, The presence of *Ranvier's* Constrictions in the spinal cord. Quart. Journ. Micr. Sc. 1890. *Ramon y Cajal*, Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moelle epinière. Anat. Anzeiger 1890. *Kölliker*, Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, LI. Bd 1890 und Sitzungsber. d. Würzb. phys.-medic. Gesellschaft 1890. *Flechsig*, Ueber Systemerkrankungen im Rückenmark. Arch. d. Heilkunde XVIII und XIX Bd. *Türk*, Sitzungsber. d. Wr. Akademie VI. und XI. Bd. *Westphal*, Anatomischer Befund bei einseitigem Kniephänomen. Archiv f. Psych. XVIII. Bd. *Mauthner*, Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes der Fische. Wr. Sitzungsber. XXXIV. Bd. 1859. *Siemerling*, Anatomische Untersuchungen über die menschlichen Rückenmarkswurzeln. Berlin 1887. *Pierret*, Considérat. anatom. et pathol. sur le faisceau postérieur de la moelle épinière. Arch. de physiol. V. *Virchow H.*, Ueber Zellen in der Substantia gelat. Rolandi. Neurol. Centralblatt 1887. *Lustig*, Zur Kenntnis des Faserverlaufes im menschlichen Rückenmarke. Sitzungsber. d. Wr. Akad. LXXXVIII. Bd. 1883. *Lenhossék M.*, Untersuchungen über die Entwickelung der Markscheiden und den Faserverlauf im Rückenmark der Maus. Archiv f. mikrosk. Anatomie, XXXIII Bd. *Hill*, englische Uebersetzung der ersten Auflage dieses Buches. *Corning*, Ueber die Entwickelung der Substantia gelatinosa Rolandi. Archiv f. mikrosk. Anatomie, XXI. Bd. 1888. *Birge*, Die Zahl der Nervenfasern und der motorischen Ganglienzellen. Archiv f. Physiol. von Du Bois 1882. *Gad*, Einiges über Centren und Leitungsbahnen im Rückenmark des Frosches. Würzburg 1884. *Kahler* und *Pick*, Beiträge zur Pathologie und pathol. Anatomie des Centralnervensystems. Archiv f. Psych. X. *Prevost* und *David*, Arch. de Physiol. I. Bd. 1874. *Schultze Fr.*, die anatomischen Veränderungen bei der acut. atroph. Lähmung der Erwachsenen. Virchow's Archiv, LXXIII. Bd. *Remak*, Ueber die Localisation atrophischer Spinallähmungen. Archiv f. Psych., IX. Bd. *v. Sass*, Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen der Ganglienzellen der Medulla spinalis zu den peripheren Nerven Dissert. Dorpat 1888. *Lehmann*, Versuch einer Localisation des Kernursprunges der den M. quadriceps innervirenden Nerven. Dissert. Würzburg 1890. *Pal J.*, Ueber zwei gesonderte Nervenbündel. Wr. medic. Jahrb. 1887. *Lissauer*, Beiträge zum Faserverlaufe im Hinterhorn. Archiv f. Psych., XVII. Bd. *Bechterew*, Ueber die hinteren Nervenwurzeln. Archiv f. Anat. und Physiol. 1887. *Edinger*, Ueber die Fortsetzungen der hinteren Rückenmarkswurzeln zum Gehirn. Anat. Anzeiger 1889. *Takács*, Ueber den Verlauf der hinteren Wurzelfasern. Neurol. Centralblatt 1887. *Lenhossék*, Ueber den Verlauf der Hinterwurzeln im Rückenmark. Archiv f. mikrosk. Anatomie 1889. *Rossolymo*, Zur Frage über den weiteren Verlauf der Hinterwurzelfasern im Rückenmark. Neurol. Centralblatt 1886. *Freud*, Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes. Wr. Sitzungsber. 1877. *Klaussner*, Das Rückenmark des Proteus anguineus Abh. d. k. bayer. Akad. der Wissensch., XIV. Bd. 1883. *Lenhossék*, Ueber Nervenfasern der hinteren Wurzeln, welche aus dem Vorderhorn entspringen. Anatom. Anzeiger 1890. *Mott*, The bi-polar cells of the spinal cord. Brain XIII. Bd. *Helweg*, Ueber den centralen Verlauf der vasomotor. Nervenbahnen. Archiv f. Psych. XVII. Bd. *Marchi* und *Algeri*, Sulle degenerazioni discendenti consecutive a lesioni della corteccia cerebrale. Rivista speriment. di freniatria, XI. Bd. 1885. *Stieda*, Studien über das centrale Nervensystem. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1869—1870. *Spitzka*, The comparative Anatomy of the Pyramidal Tract. Journ. of compar. medic. and surg. 1886. *Lenhossék M. v.*, Ueber die Pyramidenbahnen im Rückenmark einiger Säugethiere. Anat. Anzeiger 1889. *Bechterew*. Ueber die verschiedenen Lagen und Dimensionen der Pyramidenbahnen. Neurol. Centralblatt 1890. *Wagner J.*, Zur Anatomie des Rückenmarkes. Centralblatt. f. Nervenheilkunde 1886. *Pick*, Zur Histologie der *Clarke*'schen Säulen. Medic. Centralblatt 1878. *Adamkiewicz*, Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. Wr. Sitzungsber. 84. und 85. Bd. 1881 und 1882. *Kadyi*, Ueber

die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. Lemberg 1889. *Singer* und *Münzer*, Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems, insbesondere des Rückenmarkes. Denkschr. d. Akad. der Wissensch. zu Wien 1890. *Bramwell*, Die Krankheiten des Rückenmarkes, deutsch von N. und M. Weiss. 2. Aufl. 1885. *Jendrassik*, Ueber die Localisation der Tabes dorsalis. Deutsch. Archiv f. klin. Medicin 1888. *Leyden*, Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Berlin 1874. *Adamkiewicz*, Die Rückenmarksschwindsucht. Wien 1885. *Westphal*, Arch. f. Psych. VIII. Bd. u. ff. *Borgherini*, Die pseudosystematischen Degenerationen des Rückenmarkes. Wien. med. Jahrb. 1887. *Charcot*, Leçons sur les maladies du système nerveux. Paris 1880—1891. *Unger*, Ueber multiple inselförmige Sklerose im Kindesalter. Wien 1887. *Werdnig*, Ein Fall von disseminirter Sklerose. Wr. medic. Jahrb. 1889. *Joffroy* et *Achard*, De la Myélite cavitaire. Archiv d. Phys. 1887. *Simon*, Ueber Syringomyelie. Archiv f. Psych. V. Bd. 1874. *Leyden*, Hydromyelus und Syringomyelie. Virchow's Arch. 68. Bd. 1876. *Chiari*, Ueber die Pathogenese der sogenannten Syringomyelie. Zeitschr. f. Heilkunde. IX. Bd. 1888. *Kronthal*, Neurol. Centralblatt. 1888 und 1890. *Redlich*, Ueber eine eigenthümliche Erkrankung der Rückenmarkshinterstränge. Zeitschr. f. Heilkunde 1891. *Fürstner* und *Zacher*, Ueber eine eigenthümliche Bildungsanomalie des Hirns und Rückenmarkes. Archiv f. Psych. XII Bd. *Kronthal*, Ueber Heterotopie. Neurol. Centralblatt 1888. *Kronthal*, Zwei pathol. anat. merkwürdige Befunde. Neurol. Centralblatt. 1890. *Jacobsohn*, Ein Fall von partieller Doppelbildung und Heterotopie des Rückenmarkes. Neurol. Centralblatt. 1891. *Pick*, Heterotopie grauer Substanz im menschlichen Rückenmark. Archiv f. Psych. VIII Bd. *Blocq* et *Londe*, Anatomie pathologique de la moelle épinière. Paris 1891. *Sherrington*, Outlying Nerve-cells in the Mammalian spinal cord. Proc. of the Roy. Soc. 1890.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Topographische Durchsicht des Gehirns.

Bei der Anfertigung einer Schnittreihe ist es in der Regel nicht nothwendig, eine ununterbrochene Succession der Schnitte anzustreben, namentlich wenn man am Gehirn des Menschen oder grösserer Säugethiere arbeitet; man würde dadurch eine für das gewöhnliche Studium überflüssig grosse Anzahl von Präparaten erlangen und unnöthig viel an Gläsern, Chemikalien u. dgl. und noch mehr an Zeit verschwenden. Man kann daher immer von Strecke zu Strecke ein etwas dickeres Stück wegschneiden, und dann von neuem die Herstellung mehrerer möglichst feiner Schnitte vornehmen. Dabei möge man aber bedacht sein, nicht gerade solche Stellen zu opfern, wo wichtige anatomische Veränderungen sich nur über eine geringe Längenausdehnung erstrecken, z. B. die Kreuzung der N. trochleares.

Handelt es sich um die strengere Verfolgung von Faserzügen und will man, wie bei selbständigem Forschen, mehr als eine topographische Uebersicht der anatomischen Verhältnisse erreichen, dann wird man wohl meistens trachten müssen, lückenlose Serien herzustellen. In solchen Fällen, namentlich auch bei pathologischen Untersuchungen, werden dann häufig auch andere als die auf pag. 222 empfohlenen Methoden der Behandlung für die Präparate zur Geltung kommen.

Wir werden nun in Folgendem eine solche Schnittreihe betrachten; die Zeichnungen Fig. 114 bis 132 sind nach Karminpräparaten, die Fig. 133 bis 135 nach *Pal*-Präparaten angefertigt. — Die Richtung, in welcher die Schnitte ausgeführt wurden, ist senkrecht zur Längsaxe der Medulla oblongata. Durch künstliche Streckung des frisch herauspräparirten Stammes während der Härtung erreicht man es, dass die sagittale Längsaxe des Grosshirns mit der Längsaxe des Rückenmarkes, welche beide sonst nahezu senkrecht aufeinander stehen, fast zusammenfällt. Diese Axe nennt man nach *Forel's* Vorgang

Meynert'sche Schnittaxe und die darauf senkrechten Ebenen, welche unseren Schnitten entsprechen, *Meynert*'sche Querebenen. Bei niederen

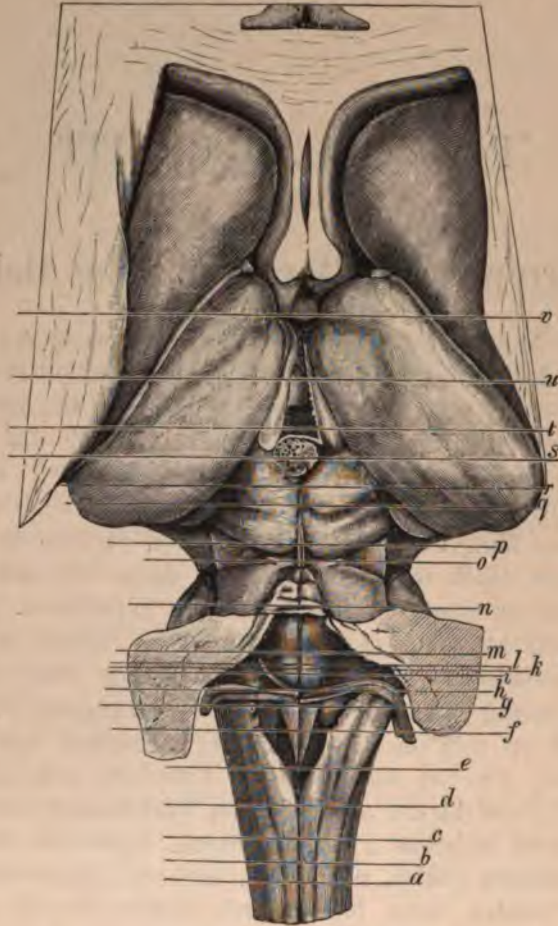


Fig. 113 dient dazu, um zu zeigen, in welchen Höhen die Querschnitte Fig. 114—135 (mit Ausnahme von 127) ausgeführt wurden. Es muss bemerkt werden, dass die Schnittrichtung nicht vollständig mit der Blickrichtung, in welcher die Zeichnung ausgeführt ist, zusammenfällt. Es stimmen daher die gezeichneten Striche nur am dorsalen Theile des Präparates genau mit den nun folgenden Querschnitten überein. Die Querschnitte *a*—*s* sind bei vierfacher, *t*—*v* bei zweifacher Vergrösserung gezeichnet; bei den drei letztgenannten Figuren ist auch die Schnittrichtung insoferne etwas verändert, als der ventrale Theil des Schnittes mehr spinalwärts trifft, so dass zwischen *s* und *t* ein Keil mit oberer Basis entfällt. Für die Bezeichnung vgl. Fig. 7.

Thieren ist die Knickung des Stammes viel geringer und es befindet sich daher von vorneherein die Längsaxe des Rückenmarkes fast in

der directen Verlängerung der sagittalen Hirnaxe. Das Verständniss des complicirten Baues, den uns das Centralnervensystem oberhalb des Rückenmarkes darbietet, wird wesentlich erleichtert, wenn wir von den bereits bekannten Formverhältnissen und Faserzügen im Rückenmark ausgehen und untersuchen, in welcher Weise aus letzteren sich die verschiedenen Umgestaltungen innerhalb des betreffenden Gebietes vollziehen. Wenn auch Manches von dem Hierhergehörigen erst gelegentlich der Besprechung des Faserverlaufes (Abschn. VI) eingehender gewürdigt werden kann, so dürfen doch hier bereits einige allgemeine Gesichtspunkte Erwähnung finden:

1. Die Längsfaserzüge des Rückenmarkes lassen sich alle mehr oder minder weit in die Medulla oblongata, einzelne bis ins Kleinhirn oder Grosshirn hinein verfolgen; sie erleiden aber dabei durchwegs geringere oder hochgradigere Umlagerungen.

2. Das Gleiche gilt von der grauen Substanz des Rückenmarkes, welche in ununterbrochener Continuität, aber unter mannigfacher Veränderung der äusseren Gestaltung an dem Aufbau der Medulla oblongata betheiligt ist.

3. Es treten nun verschiedene neue graue Massen und entsprechend auch neue weisse Fasersysteme hinzu, welche das Bild in wechselnder Weise compliciren.

4. Bald wird eine sehr auffallende Verschiebung der einzelnen Bestandtheile der Medulla oblongata dadurch veranlasst, dass der Centralcanal sich zum vierten Ventrikel erweitert, und damit jene Gebilde, die früher dorsal vom Centralcanal gelegen waren, lateralwärts gedrängt werden.

Da ja der innere Bau der nun zu beschreibenden Regionen des Centralnervensystems zunächst an einer Reihenfolge von Querschnitten studirt werden soll, so möge hier gleich bemerkt werden, dass es im hohen Grade vortheilhaft ist, um die plastisch-topographische Uebersicht nie aus dem Auge zu verlieren, sich genau darüber Rechenschaft zu geben, an welcher Stelle des Hirnstammes die betreffende Schnittebene angelegt wurde. — Zu diesem Zwecke wird es nothwendig sein, einen gut gehärteten Gehirnstamm zum Vergleiche immer zur Hand zu haben, und jene Schnitte, die eben studirt werden, sich durch denselben gelegt zu denken (vgl. Fig. 113). — Auch kann man ein frisches Gehirn in eine Anzahl von Querschnitten zerlegen, und auf diese die Details, welche an den fertiggestellten mikroskopischen Präparaten ersichtlich sind, zu übertragen versuchen.

Bereits in den oberen, proximalen Theilen des Cervicalmarkes, von der Höhe des zweiten Cervicalnerven angefangen, zeigen sich am Querschnitte verschiedene, immer deutlicher werdende Veränderungen,

welche die eigentliche Formation der Medulla oblongata gewissermassen einleiten.

Bei der gewöhnlichen Methode der Herausnahme des Gehirns aus der Schädelkapsel wird die Abtrennung vom Rückenmark meist in der eben angegebenen Höhe vorgenommen. — Die Form der Hinterhörner ändert sich hier (Fig. 114) in der Weise, dass deren Kopf aus seiner schmächtigen, langgestreckten Gestalt zu einem im Querschnitte nahezu kreisrunden Körper anschwillt, während der Stiel, an welchem er hängt, der Hals des Hinterhornes, *Ccp*, dünner

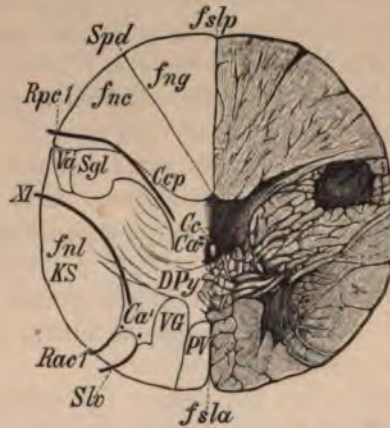


Fig. 114. Querschnitt durch die Medulla oblongata. Fig. 113. *a*. Vergr. 4.
XI Wurzel des N. accessorius, *Ca* Vorderhorn, Ca^1 peripherer, Ca^2 centraler Theil desselben, *Cc* Centralcanal, *Ccp* Hals des Hinterhornes, *DPy* Decussatio Pyramidum, *fnc* Funiculus cuneatus, *fng* Funiculus gracilis, *fnl* Funiculus lateralis, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *fslp* Fissura longitudinalis posterior, *KS* Kleinhirnseitenstrangbahn, *PV* Pyramiden-Vorderstrang, *Rac 1* Radix anterior cervicalis prima, *Rpc 1* Radix posterior cervicalis prima, *Sgl* Substantia gelatinosa Rolandi, *Slv* Sulcus lateralis ventralis, *Spd* Sulcus paramedianus dorsalis, *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *VG* Vorderstranggrundbündel.

wird und auch der Apex verschwindet. Der Kopf des Hinterhornes mit der Substantia gelatinosa, *Sgl*, wird nun von der Peripherie des Markes durch longitudinale Nervenfasern getrennt: die aufsteigende Trigeminuswurzel, *Va*; er bewirkt aber dennoch manchmal eine äusserlich merkbare Prominenz, das Tuberculum Rolandi (fehlt in Fig. 114).

In den Seitensträngen fällt bereits weiter caudalwärts die starke Entwickelung des Processus reticularis und die aus dieser Gegend zur Peripherie ziehende Accessoriuswurzel (*XI*) auf. Die meisten Seitenstrangbündel erscheinen unter verschiedenen Winkeln quer getroffen; bald sieht man immer mehr dieser schiefgeschnittenen Bündel in den centralen Theil des Vorderhornes eindringen, und noch weiter cerebral-

wärts kann man schon deutlich erkennen, dass grosse Bündel aus dem Seitenstrange das Vorderhorn durchsetzen, die Mittellinie überschreiten und sich dem Vorderstrange der anderen Seite anschliessen (Pyramidenkreuzung, Decussatio Pyramidum *DPy*). Nach und nach wird diese Umlagerung der Nervenbündel aus dem Seitenstrange der einen Seite in den Vorderstrang der anderen Seite so massenhaft, dass dadurch der periphere (ventrale) Theil des Vorderhornes Ca^1 vom centralen Theile Ca^2 vollständig abgeschnitten wird; gleichzeitig wird die ventrale Längsfurche *fsla* viel seichter, ja durch die Kreuzungsbündel stellenweise fast vollständig ausgefüllt. An dieser

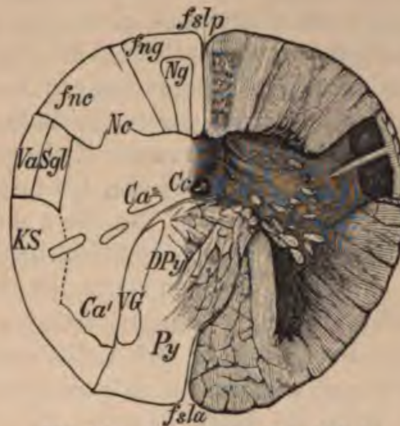


Fig. 115. Querschnitt Fig. 113 *b*.
Ca Vorherhorn, Ca^1 peripherer, Ca^2 centraler Theil, *Cc* Centralcanal, *DPy* Decussatio Pyramidum, *fnc* Funiculus cuneatus, *fng* Funiculus gracilis, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *fslp* Fissura longitudinalis posterior, *KS* Kleinhirnseitenstrangbahn, *Nc* Nucleus cuneatus, *Ng* Nucleus gracilis, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *VG* Vorderstranggrundbündel.

Kreuzung betheiligt sich nur jener Theil des Seitenstranges, den wir als Pyramidenseitenstrang bezeichnet haben. Die Bündel der Pyramidenkreuzung steigen schief cerebralwärts und derart schief nach der anderen Seite hinüber, dass sie einen spitzen Winkel sowohl mit der Medianebene als mit den Frontal- und den Horizontalebenen bilden. Dabei geschieht es, dass am Querschnitte die Vorderspalte nach der einen oder anderen Seite hin verdrängt (Fig. 115), oder aber auch derart verdoppelt sein kann, dass die Pyramidenkreuzung wie ein ventralwärts gerichteter Zapfen (zitzenförmiger Fortsatz, Processus mammillaris) beiderseits von einer Spalte begrenzt wird.

Die vordere Rückenmarkscommissur geht anscheinend in der an Masse so sehr überwiegenden Pyramidenkreuzung unter — thatsächlich

bleibt sie aber unabhängig von letzterer bestehen und es lassen sich homologe Fasern weit hinauf bis ins Mittelhirn verfolgen.

Ein Querschnitt, der in die Gegend der mächtigsten Kreuzung von Pyramidenfasern fällt, zeigt folgende Veränderungen: Bei langsamer Zunahme des Gesammtquerschnittes (Fig. 115) steigt der Centralcanal *Cc* mehr dorsalwärts; der dorsale Rand der centralen, grauen Substanz zeigt zwei kleine Erhebungen, entsprechend den beiden Abtheilungen des Hinterstranges. In der medialen Abtheilung (Funiculus gracilis) tritt eine langgestreckte, keulenförmige, graue Masse auf, welche sich mit ihrer Spitze an der medialen von den beiden erwähnten Erhebungen ansetzt: der Kern des zarten Stranges *Ng* (Nucleus funiculi gracilis, postpyramidal nucleus v. *Clarke*, mediales hinteres Nebenhorn, *Reichert)*; die laterale Erhebung wächst erst etwas weiter cerebralwärts zu einem entsprechenden Kern im Keilstrange heran, welcher die Form einer mit breiter Basis der centralen grauen Substanz aufsitzenden Kuppe hat: Kern des Keilstranges, *Nc* (Nucleus funiculi cuneati, restiform nucleus, *Clarke,* laterales hinteres Nebenhorn, *Reichert*) genannt wird. Sowohl der Kern des zarten Stranges wie der des Keilstranges bilden keine continuirlichen grauen Massen; beide werden aus einzelnen kleinen Gruppen von Ganglienzellen zusammengesetzt; eine solche inconstante, isolirte, periphere Gruppe im Keilstrange heisst äusserer Kern des Keilstranges, *Nce*, Fig. 117. Unter dem Namen eines äusseren Keilstrangkernes verstehen aber Andere *(Blumenau)* auch die durch grössere Zellen charakterisirten lateralen Abschnitte des Nucleus cuneatus, welche cerebralwärts immer mehr über die kleinzelligen, medialen Theile des Kernes überwiegen.

In dem Masse, als der Seitenstrang über die Mittellinie hinwegzieht und sich jenseits an den ventralen Rand der Medulla anlegt, muss der Querschnitt des Seitenstranges immer kleiner werden; wir sehen dann (Fig. 114, 115, 116) daselbst noch nahezu unverändert das peripher gelegene Gebiet der Kleinhirnseitenstrangbahn, *KS*, während der Rest der seitlichen Markstränge sich in einer mit Karmin leicht roth gefärbten Masse verliert, die medianwärts unmittelbar in den früher durch die Pyramidenkreuzung abgeschnittenen Rest des Vorderhornes Ca^1 übergeht (Fig. 115).

Je weiter cerebralwärts wir vorschreiten, desto weniger scharf wird nämlich die laterale Grenze dieses Vorderhorntheiles, und er löst sich schliesslich in ein aus grauer und weisser Substanz gemischtes Gebiet (Substantia oder Formatio reticularis grisea s. lateralis) im lateralen Theile der ventralen Markhälfte auf.

Am medialen Rande dieses Gebietes sieht man bald einige sehr deutliche weisse Faserbündel von der Gegend des Centralcanales

schief lateral-ventralwärts bis an die Peripherie ziehen, die untersten Hypoglossuswurzeln (Fig. 116 *XII*). Ihnen liegt etwa in der Mitte ihres Verlaufes medianwärts eine längliche, vielfach zerrissene, aber sehr deutliche Gruppe grosser Ganglienzellen an, die der Kern des Vorderstranggrundbündels, *Nfa* (Nucleus funiculi anterioris) genannt werden darf (Fig. 116, 117, 118). Das Vorderstranggrundbündel, *VG*, behält nämlich seine frühere Lage medial von dem ehemaligen Vorderhorne bei, als ein Querschnittsfeld, das ziemlich deutlich erkennbar, dorsalwärts abgerundet, ventralwärts zugespitzt endet (Fig. 115, 116, 117).

Nachdem einmal die Pyramiden, *Py*, sich als grosses compactes Bündel (Fig. 116) an der ventralen Seite der Medulla angelegt haben, trifft man in der Mittellinie dorsal von den Pyramiden bis gegen den Centralcanal hin noch immer zahlreiche sich kreuzende Fasern, *DLm*, die Schleifenkreuzung (Decussatio Lemnisci, piniform decussation). Aus der Gegend der durch die beiden Kerne stark angeschwollenen Hinterstränge ziehen nämlich in concentrischen Bögen ziemlich dicke weisse Bündel um den Centralcanal, kreuzen sich ventral von demselben unter spitzem Winkel und legen sich dorsal den Pyramiden an, Schleifenschichte, *Lm*.

Die Schleifenkreuzung stellt sich als unmittelbare obere Fortsetzung der Pyramidenkreuzung dar, so dass am Gehirn des Erwachsenen die Grenze zwischen Pyramidenkreuzung und Schleifenkreuzung (auch sensible oder obere Pyramidenkreuzung genannt) nicht genau anzugeben ist, während sich bei Embryonen die Schleifenbündel durch ihre frühzeitige Markentwickelung deutlich kenntlich machen.

Das Kreuzungsgebiet der Pyramiden und der Schleife in der Mittellinie nimmt anfänglich, wenn wir gegen das Gehirn vorschreiten, in dorso-ventraler Ausdehnung zu, verliert aber nach und nach an Breite; längere Zeit hindurch (wie in Fig. 116) ist es in der Mitte am breitesten, hat also am Querschnitte eine spindelförmige Gestalt.

Von nun an werden wir bis zum dritten Ventrikel hinauf in der Medianebene fortwährend Fasern antreffen, die sich spitzwinklig kreuzen; dieses schmale, in der Mittellinie gelegene Gebiet ventral vom Centralcanale, respective dem vierten Ventrikel und dem Aquäducte, in welchem diese Kreuzungen stattfinden, wird als Raphe, *Ra*, bezeichnet. Jene Fasern, welche sich unter dem spitzesten Winkel kreuzen, werden also in der Raphe einen nahezu dorso-ventralen Verlauf haben, man bezeichnet sie als Fibrae rectae der Raphe. — Ausnahmsweise verlaufen auch einzelne dieser Bündelchen — von der Raphe abweichend — eine Strecke weit dorso-ventral in der Substantia reticularis alba (pag. 279).

In den folgenden Schnittebenen (Fig. 117) breiten sich die kleineren Gruppen grauer Substanz, welche die Kerne des zarten und des Keilstranges darstellen, immer mehr aus, so dass es zu äusserlich bemerkbaren Anschwellungen kommt; es entsteht am zarten Strange die Clava (hintere Pyramide), am Keilstrange das Tuberculum cuneatum.

Die concentrischen Bögen, die früher in die Schleifenkreuzung eingingen, bestehen nun aus dünneren Bündeln, die noch alle, oder nahezu alle aus der Gegend der Hinterstränge kommen; dabei wird der Radius der lateralen Bogenbündel immer grösser, so dass ein

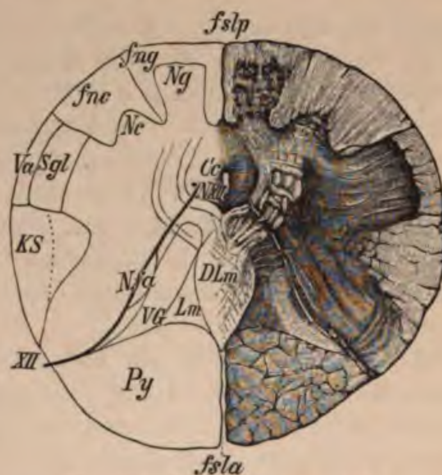


Fig. 116. Querschnitt Fig. 113 *c*.
Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *XII* Nervus hypoglossus, *Cc* Centralcanal, *DLm* Schleifenkreuzung, *fnc* Funiculus cuneatus, *fng* Funiculus gracilis, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *fslp* Fissura longitudinalis posterior, *KS* Kleinhirnseitenstrang, *Lm* Schleife, *Nc* Nucleus cuneatus, *Nfa* Kern des Vorderstranges, *Ng* Nucleus gracilis, *NXII* Kern des N. hypoglossus, *Py* Pyramide, *Sgl* Substantia gelatinosa, *VG* Vorderstranggrundbündel.

grosser Theil des lateral und ventral vom Centralcanale gelegenen Querschnittsgebietes durch diese Bündel in charakteristischer Weise durchzogen wird.

Da diese Fasern nun auch im strengen Sinne des Wortes nicht mehr die Bedeutung der früheren Schleifenbündel besitzen, so bezeichnen wir sie einfach als innere Bogenbündel (Fibrae arcuatae internae), *fai*. Sie durchsetzen die Substantia reticularis grisea, kreuzen die Hypoglossuswurzeln *XII*, die nun deutlicher geworden, und zerlegen endlich das medial von diesen gelegene Gebiet in eine Anzahl kleiner Felder. Da medial von den Hypoglossuswurzeln nur sehr wenige Ganglienzellen eingestreut sind, dieses Gebiet, das dorsalwärts bis

gegen den Centralcanal hinaufragt, also fast nur aus weissen Markfasern besteht, wird es als Formatio oder Substantia reticularis alba, *Sra* (auch mediales Feld der Formatio reticularis) bezeichnet. — Wir dürfen annehmen, dass der ventrale Theil der Substantia reticularis alba, in dorso-ventraler Ausdehnung etwa den nun auftretenden Olivenkernen, *No*, entsprechend, durch die Schleifenkreuzung entstanden ist; dieses Feld wird daher Schleifenschicht *Lm* (Lemniscus, Olivenzwischenschicht) genannt; der dorsale, dem Centralcanale nächst-

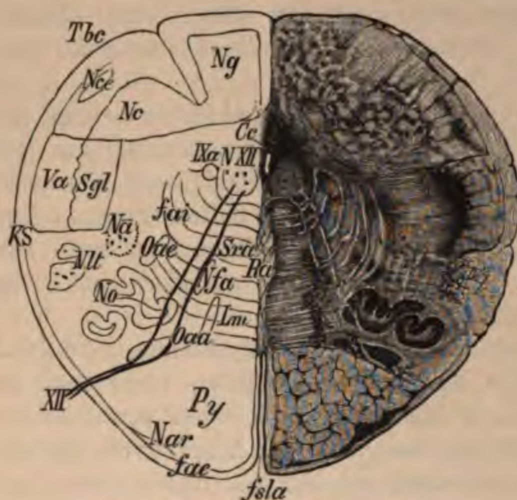


Fig. 117. Querschnitt Fig. 113 *d.*

Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *IX a* aufsteigende Glossopharyngeuswurzel, *XII* N. hypoglossus, *Cc* Centralcanal, *fae* Fibrae arcuatae externae, *fai* Fibrae arcuatae internae, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *KS* Kleinhirnseitenstrangbahn, *Lm* Schleife, *Na* Nucleus ambiguus, *Nar* Nucleus arcuatus, *Nc* Nucleus cuneatus, *Nce* äusserer Kern des Keilstranges, *Nfa* Kern des Vorderstranges, *Ng* Nucleus gracilis, *Nlt* Seitenstrangkern, *No* Olivenkern, *N XII* Kern des Nervus hypoglossus, *Oaa* vordere Nebenolive, *Oae* äussere Nebenolive, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Sra* Substantia reticularis alba, *Tbc* Tuberculum cuneatum.

gelegene Theil ist hingegen hauptsächlich durch die Vorderstranggrundbündel nebst einem Theil der Seitenstranggrundbündel gebildet worden.

In der Substantia reticularis grisea (seitliches Feld der Formatio reticularis), die wir theilweise als das aufgelöste Vorderhorn betrachten dürfen, sind zahlreiche zerstreute, grosse Nervenzellen anzutreffen — Analoga der Vorderhornzellen (nach Anderen der Seitenhornzellen); an einzelnen Stellen vereinigen sich dieselben zu kleinen compacten Gruppen grauer Substanz. Diese etwa in der Mitte zwischen Peripherie

und Centralkanal (späterhin Boden des vierten Ventrikels) im seitlichen Theil der Formatio grisea gelegenen Gruppen grosser Zellen werden als Nucleus ambiguus, *Na* (motorischer Vagus-Glossopharyngeuskern), bezeichnet (Fig. 117, 118, 119). Die weitaus grössten von diesen Zellen, die namentlich in den weiter cerebralwärts folgenden Querebenen deutlicher werden, occupiren das Gebiet lateral von den Hypoglossuswurzeln, dorsal von den Oliven. Da sie nie zusammenhängende Gruppen bilden, wurden sie auf den Abbildungen auch nicht wiedergegeben; sie dürfen aber vom eigentlichen Nucleus ambiguus getrennt werden und verdienen daher eine eigene Bezeichnung, allenfalls mit *Roller*: Nucleus lateralis medius (mittlerer Seitenstrangkern).

Wohl davon zu unterscheiden sind ferner vielfach zerspaltene graue Massen, welche näher der Peripherie, ventral von der aufsteigenden Trigeminuswurzel gelegen sind, mittelgrosse Nervenzellen enthalten und den eigentlichen Kern des Seitenstranges, Nucleus lateralis (*Nlt*, Fig. 117) darstellen; häufig kann man zwei solcher Gruppen unterscheiden: Nucleus lateralis anterior und Nucleus lateralis posterior.

Die dorsale Abgrenzung der Pyramiden wird nun wenigstens im mittleren Theile durch eine längliche, transversal gestellte graue Masse gebildet, welche bald auch einen etwas kürzeren sagittalen Schenkel erhält, mit dem sie einen Winkel von 100 bis 120 Grad einschliesst (Pyramidenkern, vordere Nebenolive, *Oaa*) (Fig. 117 und 118); das sagittale Stück reicht weiter cerebralwärts.

Pyramidenkern und Seitenstrangkern, die ursprünglich (in einem zwischen Fig. 116 und 117 gelegenen Schnitte) nahe einander liegen, werden bald durch eine höchst charakteristische graue Masse, den Olivenkern, Nucleus olivaris, *No*, welcher sich zwischen beide einschiebt, auseinandergedrängt. Der Olivenkern (Fig. 117 bis 121) stellt am Querschnitt einen medianwärts offenen, vielfach gewundenen und gezackten Bogen dar, der nach aussen zu eine beträchtliche Hervorwölbung, die Olive (auch untere Olive genannt, Olivenkörper) erzeugt.

An der gesammten Peripherie des verlängerten Markes erkennt man Züge von Fasern, welche der Länge nach getroffen sind, die also mehr oder minder horizontal verlaufen. Es sind dies circuläre Bündel, Fibrae arcuatae (arciformes) externae, *fae*, welche verschiedenartigen Ursprung aufweisen. Viele von ihnen ziehen um die Pyramiden herum in den Vorderspalt bis zur Raphe hinein; häufig durchbricht ein oder das andere Bündel die Pyramidenbündel, welche es dann in grösseren oder kleineren Bogen durchzieht. Andererseits kann man (namentlich in den höheren Ebenen) auch Bündel sehen, welche, aus

der Raphe kommend, mit den circulären Fasern verlaufen, aber weiterhin in die Pyramide eintreten und sich ihr anschliessen *(Pal)*.

An der ventralen und theilweise auch an der lateralen Fläche der Pyramiden entwickeln sich in diesen Bogenfasern, etwa in jener Querebene, in welcher sich zuerst die Windungen der Olivenkerne zeigen *(Mingazzini)*, flache Anhäufungen grauer Substanz, deren grösste an manchen Gehirnen dreieckig und mitunter recht stark ausgebildet erscheint, der Nucleus arcuatus triangularis, *Nar* (vorderer Pyramidenkern, einer der kleinen Pyramidenkerne *Stilling's)* (Fig. 117 bis 121). Weiter cerebralwärts nehmen diese Gruppen von Zellen, welche alle als Nuclei arcuati bezeichnet werden können, an Zahl zu, namentlich an der medialen Seite der Pyramiden (Fig. 120, 121) und gehen schliesslich in die Kerne der Raphe oder in jene grossen Ansammlungen von grauen Massen über, welche wir als Brückenkerne kennen lernen werden. Einen ziemlich bedeutenden Zuwachs erhalten die Fibrae arcuatae externae aus den Seitenstrangkernen, namentlich dem vorderen, dem Nucleus lateralis anterior. Dieses Einstrahlen der Fibrae arcuatae gegen den Seitenstrangkern hin kann auch die Auffindung dieser nicht scharf umgrenzten Zellgruppe erleichtern.

An der dorso-lateralen Peripherie des Querschnittes finden wir an Fig. 117 und 118 ebenfalls oberflächlich gelegene Faserzüge; diese stammen grösstentheils aus dem Kleinhirnseitenstrange, *KS*, welcher nun, an der Aussenseite der rasch wachsenden aufsteigenden Trigeminuswurzel, *Va*, vorbei, dorsalwärts zu den Hintersträngen hinzieht und seine frühere Position im Seitenstrange gänzlich aufgibt.

Die gelatinöse Substanz des Hinterhornes, *Sgl*, nimmt in dem Masse ab, als die aufsteigende Trigeminuswurzel anwächst, ist aber als deren Begleiterin an ihrer concaven, medialen Seite ununterbrochen bis zum Austritte des Trigeminus zu erkennen.

Zu erwähnen ist noch, dass sich in den beschriebenen Ebenen der Querschnitt eines kleinen runden Bündels beiderseits lateral vom Centralcanale bemerkbar macht, welches weiter oben als scharf isolirter runder Querschnitt deutlicher hervortritt; die aufsteigende Glossopharyngeuswurzel (Fig. 117 bis 120, *IXa)*.

Fällt der Schnitt nicht weit ober jene Stelle, wo der Centralcanal am Calamus scriptorius, *Cscr*, sich in den vierten Ventrikel eröffnet (Fig. 118), so haben wir Folgendes zu beachten: Jener Theil der grauen Substanz, welcher dorsal vom Centralcanal gelegen war, wird nun durch die Spaltung seitlich gedrängt und tritt auch in den weiterhin folgenden Schnitten, je mehr der Boden des vierten Ventrikels sich verflacht, immer mehr lateralwärts, während der ventral vom Centralcanal gelegene Theil der centralen grauen Masse der

Vorderhornantheil, den medialen Abschnitt des grauen Bodens der Rautengrube darstellt.

Als Reste der embryonalen Decke des vierten Ventrikels bleiben einige (bei verschiedenen Individuen ungleich ausgebildete) unbedeutende Plättchen zurück, welche, dem zarten Strange aufsitzend und in der Gefässhaut eingeschlossen, medianwärts gerichtet sind (vgl. pag. 72). Ein inconstantes Plättchen, welches dreiseitig, die eigent-

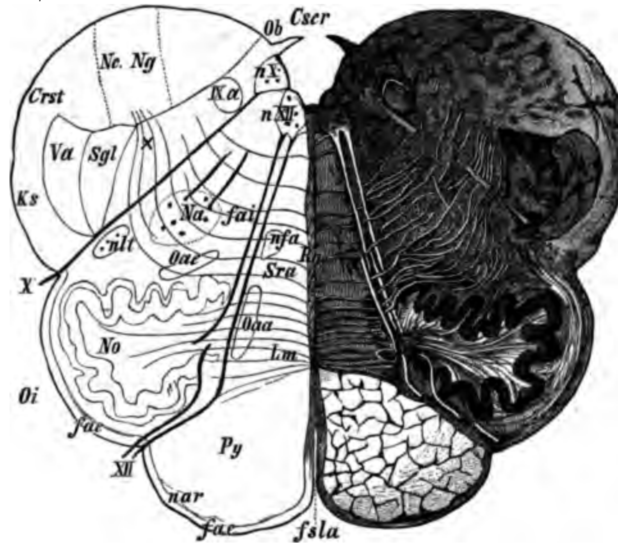


Fig. 118. Querschnitt Fig. 113 *e*.
Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *IXa* aufsteigende Glossopharyngeuswurzel, *X* Nerv. vagus, *XII* N. hypoglossus, *Crst* Corpus restiforme, *Cscr* Calamus scriptorius, *fae* Fibrae arcuatae externae, *fai* Fibrae arcuatae internae, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *KS* Kleinhirnseitenstrangbahn, *Lm* Schleife, *Na* Nucleus ambiguus, *nar* Nucleus arcuatus, *Nc* Nucleus cuneatus, *nfa* Kern des Vorderstranges, *Ng* Nucleus gracilis, *nlt* Seitenstrangkern, *No* Olivenkern, *nX* sensibler Vaguskern, *nXII* Hypoglossuskern, *Oaa* vordere Nebenolive, *Oae* äussere Nebenolive, *Ob* Obex, *Oi* untere Olive, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Sra* Substantia reticularis alba, × Fibrae arcuatae internae aus dem obersten Theile der Hinterstrangkerne.

liche Spitze des Calamus scriptorius ausfüllt, wird Obex (Riegel), *Ob* (Fig. 118), genannt; jene symmetrischen Plättchen, welche mehr proximalwärts liegen, heissen Ponticulus, *Pol* (Fig. 119) (Ala pontis).

Die Häufchen grauer Substanz, welche wir als Kerne des zarten und Keilstranges kennen gelernt haben, werden nun rasch weniger; dafür tritt, zunächst seitlich, an ihre Stelle ein auffallendes, zerklüftetes, rasch wachsendes Feld, *Crst*, der Strickkörper (Corpus restiforme), welchem sich die Kleinhirnseitenstrangbahn beimischt;

diese zieht, wie oben erwähnt, aussen an der aufsteigenden Trigeminuswurzel schief proximal- und dorsalwärts vorbei. Die ziemlich complicirte Art, in welcher sich der Strickkörper aufbaut, kann nur durch embryologische Untersuchungen aufgedeckt werden; doch sei auf die grosse Menge von Fasern aufmerksam gemacht, welche als

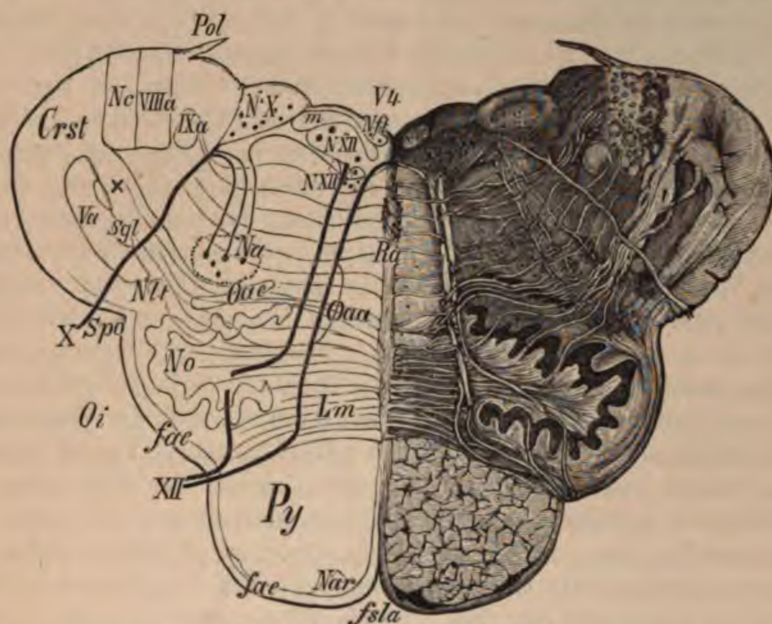


Fig. 119. Querschnitt Fig. 113 *f*.

Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *VIIIa* aufsteigende Akusticuswurzel, *IXa* aufsteigende Glossopharyngeuswurzel, *X* N. vagus, *XII* N. hypoglossus, *Crst* Corpus restiforme, *fae* Fibrae arcuatae externae, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Lm* Schleife, *m* Marklager ober dem Hypoglossuskern, *Na* Nucleus ambiguus, *Nar* Nucleus arcuatus, *Nc* Nucleus cuneatus, *Nft* Nucleus funiculi teretis, *Nlt* Nucleus lateralis, *No* Nucleus olivaris, *NX* sensibler Vaguskern, *NXII* Hauptkern des N. hypoglossus, $NXII^1$ Kleinzelliger Hypoglossuskern, *Oaa* vordere Nebenolive, *Oae* äussere Nebenolive, *Oi* untere Olive, *Pol* Ponticulus, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Spo* Sulcus postolivaris, *V4* Vierter Ventrikel, × Faserzuwachs durch fibrae arcuatae internae zum Strickkörper.

laterale Fibrae arcuatae internae, ×, medial an der Substantia gelatinosa, respective der aufsteigenden Trigeminuswurzel vorbei gegen den ehemaligen Hinterstrang hinstreben und sich in dem Gebiete des sich aufbauenden Corpus restiforme ansammeln (Fig. 118, 119).

Der Olivenkern, *No*, hat nun seine grösste Entwickelung erreicht und dementsprechend macht sich in dieser Gegend auch von aussen die Olive am meisten bemerkbar; dorsal vom Olivenkern hat sich

eine langgestreckte, schmale, graue Masse in die Formatio reticularis grisea eingelagert, die obere oder äussere Nebenolive, *Oae* (Nucleus olivaris accessorius externus, superior, Fig. 117 bis 120).

Die Hypoglossuswurzeln, *XII*, welche hauptsächlich von dem medialen Theile der centralen, grauen Substanz am Boden des vierten Ventrikels, *NXII* (Hypoglossuskern, *XII*-Hauptkern), aus grossen Nervenzellen entspringen, sind nun (Fig. 118, 119) in ihrer mächtigsten Entwickelung; sie bilden eine scharfe Grenze zwischen Substantia reticularis alba und grisea, und passiren meist zwischen dem sagittalen Schenkel des Pyramidenkernes *(Oaa)* und dem Olivenkerne hindurch, mit welch letzterem sie häufig anscheinend in Verbindung treten; in Wirklichkeit aber durchsetzen sie denselben blos, oder verlaufen in demselben eine Strecke weit der Längsrichtung der Medulla entsprechend gegen das Rückenmark hinab, um dann erst wieder in die Horizontalebene einzubiegen und in der Furche zwischen Olive und Pyramide auszutreten. Der Hypoglossushauptkern ist von der Ventrikeloberfläche noch durch eine Schicht feiner markhaltiger Fasern getrennt, welche grösstentheils in longitudinaler Richtung verlaufen; medial und noch deutlicher lateral vom Hypoglossuskern schwillt der Querschnitt dieses Markfeldes, *m*, keulenförmig an (Fig. 119). Diese Fasern (dorsale Längsbündel von *Schütz)* sind auch die Ursache der makroskopisch auffallenden weissen Farbe des Hypoglossusdreieckes am Boden der Rautengrube. Knapp neben der Raphe, direct unter dem Ependym, ist ferner noch der ovale Querschnitt einer kleinen Gruppe von Nervenzellen zu bemerken, *Nft* (Fig. 119 bis 123), welche man als Nucleus funiculi teretis oder Eminentiae teretes (Nucleus medialis) bezeichnet.

Von dem lateralen Theile der grauen Substanz am Boden des vierten Ventrikels, *NX*, woselbst zahlreiche, meist mittelgrosse Ganglienzellen vorkommen, gehen ebenfalls Faserzüge radiär ab, allerdings weniger mächtig als die Bündel des N. hypoglossus; nicht an allen Schnitten gleich deutlich sichtbar, ziehen sie ventral an der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel vorbei durch die Substantia reticularis grisea und durchbrechen oft (Fig. 118 bis 120) in auffälliger Weise den Querschnitt der aufsteigenden Trigeminuswurzel, *Va*; es sind dies die Wurzelfasern des N. vagus und glossopharyngeus; die eben erwähnte graue Masse, aus der sie theilweise entspringen, wird daher auch Vagus-Glossopharyngeushauptkern genannt. Von den grossen Zellen in der Substantia reticularis grisea, dem Nucleus ambiguus, *Na*, sieht man zerstreute Fasern dorsalwärts gegen die Ventrikeloberfläche ziehen, von denen manche sich zuletzt im Bogen gegen die Vagus-Glossopharyngeuswurzeln wenden. Wir dürfen diese Zellgruppen hier als motorischen IX- und X-Kern auffassen (Fig. 119

und 120). Andere von diesen Fasern streben medianwärts zur Raphe hin.

In den höheren Ebenen (Fig. 120 und 121) verändern die Schnitte ihre Gestalt einerseits durch das Flacher- und Breiterwerden des vierten Ventrikels, andererseits durch das rasche Anschwellen des Corpus restiforme, welches eine immer mehr anwachsende Erhebung an der dorso-lateralen Ecke bildet, während die letzten Reste der Hinterstrangskerne gänzlich verschwinden.

In jener Höhe, wo die Wurzelfasern des Hypoglossus nicht mehr zu sehen sind (Fig. 120), findet eine rechtwinklige Umbeugung der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel, *IXa*, in die Horizontalebene statt; sie verläuft nun parallel den anderen Glossopharyngeuswurzeln, ist aber weitaus stärker als diese, durchsetzt die aufsteigende Trigeminuswurzel und erreicht so die Peripherie ventral vom Strickkörper, *Crst*. Der Nucleus ambiguus, als Ursprungsstätte von Glossopharyngeusfasern, ist noch vorhanden; die Zellen des Nucleus lateralis medius sind dorsal von der oberen Olive besonders deutlich.

Am Boden des vierten Ventrikels ist unterdessen der Hypoglossuskern verschwunden, vom IX- und X-Hauptkerne sind noch die letzten Reste, aber in der Tiefe, vorhanden, *N IX*, hingegen wird die Gegend unterhalb der Rautengrube zum grossen Theile durch ein dreieckiges rein graues Feld, dessen Spitze die Medianlinie erreicht, eingenommen, dreieckiger Akusticuskern, *VIII h*. Den Beginn dieses Kernes hätten wir bereits in Fig. 119 in jenem nicht bezeichneten Felde zu suchen, welches von *NX* lateral bis *VIIIa* reicht. In den darauffolgenden Ebenen drückt es durch sein Anwachsen zuerst den IX- und X-Hauptkern in die Tiefe und kann endlich (Fig. 120), da der XII-Kern Platz macht, sich bis gegen die Mittellinie ausbreiten. Lateral vom dreieckigen Akusticuskern bis gegen den Strickkörper hin, neben den Resten der Keilstränge trifft man auf ein nahezu rechteckiges Feld markhaltiger, quergetroffener Nervenfasern, mit netzförmig dazwischen gelagerter grauer Substanz, das als aufsteigende Akusticuswurzel *(Roller)* bezeichnet wird (Fig. 119 bis 122). Dem Akusticus gehören ferner Faserbündel an, welche knapp unter dem Boden des vierten Ventrikels und aussen über den Strickkörper hinüberziehen, die Striae medullares, *Stm*. In den Verlauf dieser Striae medullares sind häufig grössere oder kleinere Häufchen grauer Substanz eingebettet, welche gelegentlich auch starke Prominenzen in der Gegend des Strickkörpers erzeugen können (Taeniola cinerea, Tuberculum acusticum). An Gehirnen, welche gut entwickelte Striae medullares besitzen, kann man auch sehen, wie die Mehrzahl ihrer Fasern knapp vor der Mittellinie ventralwärts umbiegt und am

lateralen Rande der Raphe weit gegen die Pyramiden hinab zieht. (In Fig. 120 ist dies nur schwach angedeutet neben den Buchstaben *Nft.*)

Die Querschnittsfelder der Pyramiden, sowie die der Substantia reticularis grisea und alba bleiben hier noch nahezu gleich, in letzterer beginnen aber schon die dorsalsten Bündel, *Flp*, welche also dem Boden des vierten Ventrikels am nächsten liegen, sich von den ventralsten, *Lm*, deutlich abzusondern, vornehmlich dadurch, dass in der Mitte des dorso-ventralen Durchmessers die aufsteigenden Markfasern immer

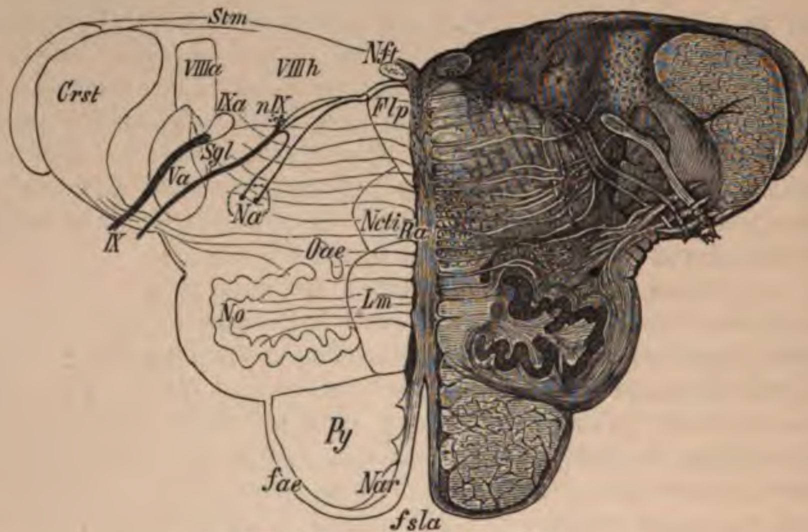


Fig. 120. Querschnitt Fig. 113 *g*.

Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *VIIIa* aufsteigende Akusticuswurzel, *VIIIh* dreieckiger Akusticuskern, *IX* Nervus glossopharyngeus, *IXa* aufsteigende Glossopharyngeuswurzel, *Crst* Corpus restiforme, *fae* Fibrae arcuatae externe, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Lm* Schleife, *Na* Nucleus ambiguus, *Nar* Nucleus arcuatus, *Ncti* Nucleus centralis inferior, *No* Nucleus olivaris, *nIX* sensibler Glossopharyngeuskern, *Oae* äussere Nebenolive, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgt* Substantia gelatinosa, *Stm* Striae medullares, *V 4* Vierter Ventrikel.

spärlicher werden und dafür mehr graue Substanz (welche gegen die Formatio reticularis grisea nicht scharf abgegrenzt ist) zwischen die Längs- und Querfaserzüge eingestreut erscheint, der Nucleus centralis von *Roller* (N. centr. inf.), *Ncti.* Das kleinere, zum Theile aus den Vordersträngrundbündeln entstandene dorsale Bündel behält bis weit ins Mittelhirn seinen Platz neben der Raphe unter dem vierten Ventrikel, respective dem Aquaeductus Sylvii bei, und wird als hinteres Längsbündel, *Flp* (Fasciculus longitudinalis posterior), bezeichnet. Das ventrale grössere Bündel, die Fortsetzung der Olivenzwischenschicht,

das Schleifenbündel, *Lm* (mediale Schleife), verändert aber fortwährend in später anzugebender Weise seine Lage.

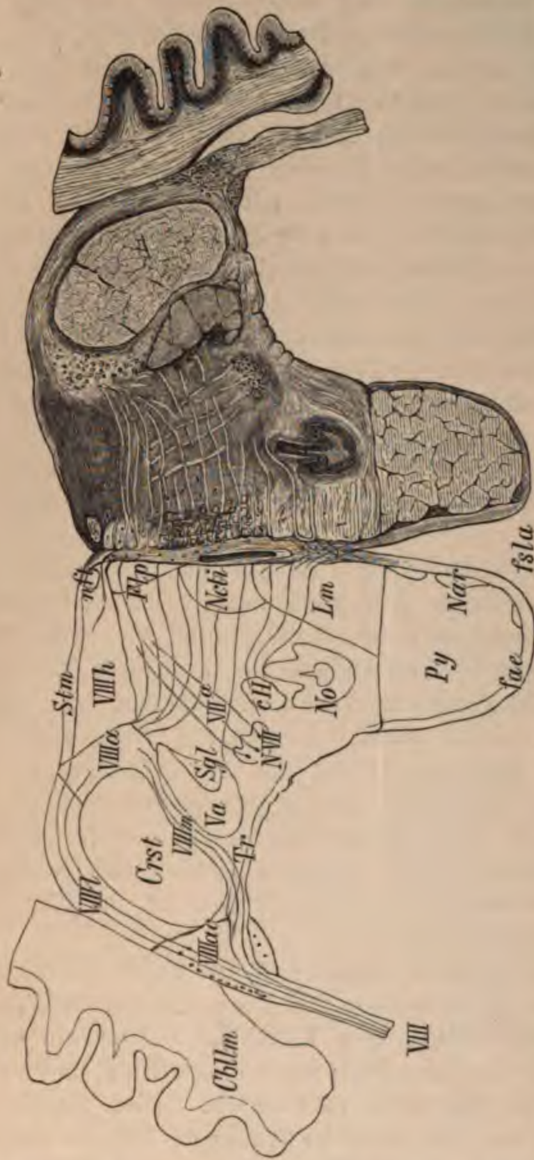


Fig. 121. Querschnitt Fig. 113 *h*.

Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *VIIa* Wurzelfasern des N. facialis (Kernschenkel), *VIII* Nervus acusticus, *VIIIa* aufsteigende Akusticuswurzel, *VIIIac* accessorischer Akusticuskern, *VIIIh* dreieckiger Akusticuskern, *VIIIl* centrale Akusticusbahn oder oberer Theil der lateralen Akusticuswurzel. *VIIIm* mediale Akusticuswurzel, *Cbllm* Cerebellum, *cH* centrale Haubenbahn, *Crst* Corpus restiforme, *fae* Fibrae arcuatae externae, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *fsla* Fissura longitudinalis anterior, *Lm* Schleife, *No* Nucleus olivaris, *NVII* Facialiskern, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Stm* Striae medullares, *Tr* Corpus trapezoides.

In jenen Schnittebenen (Fig. 121), welche als die letzten des Nachhirns anzusehen sind, welche also knapp unter dem distalen Rande der Brücke liegen, sind nur mehr die obersten Windungen des Olivenkernes, *No*, zu sehen, die Pyramiden, *Py*, haben ein wenig

im Breitendurchmesser verloren, dafür ebensoviel im dorso-ventralen Durchmesser gewonnen. Der dreieckige Akusticuskern, *VIIIh*, hält nahezu das gleiche Verhältniss zur aufsteigenden Akusticus-*VIIIa* und Trigeminuswurzel *Va*, sowie zum Corpus restiforme, *Crst*, fest; letzteres wird nun aussen von mächtigen Faserbündeln umschlungen, welche zwar dem Akusticus angehören, aber nicht als Wurzelfasern (sogenannte laterale Akusticuswurzel *VIIIl*) aufgefasst werden dürfen; sie stellen vielmehr eine Verbindung des gleich zu erwähnenden accessorischen VIII-Kernes mit dem Grosshirn dar; die mediale Wurzel, *VIIIm*, zieht zwischen Strickkörper und aufsteigender Trigeminuswurzel herab. Sowohl im Winkel zwischen medialer und sogenannter lateraler Wurzel, als auch lateral oder medial von der Gesammtwurzel zeigen sich Ansammlungen grauer Substanz, *VIIIac* (accessorischer Akusticuskern), wie denn überhaupt die Wurzeln des N. acusticus sich durch ihren Reichthum an Nervenzellen auszeichnen. Aus dem Nucleus accessorius acustici sieht man einzelne Fasern quer medianwärts ziehen *(Tr)*; es ist dies der Beginn des Corpus trapezoides, das erst in den folgenden Ebenen zu vollständiger Entwickelung gelangt.

Die Trennung zwischen hinterem Längsbündel und Schleife durch den Nucleus centralis inferior, *Ncti*, wird immer schärfer. — Während der Kern des Seitenstranges schon weiter unten verschwunden ist, nimmt die Gruppe grosser Nervenzellen, die in tieferen Ebenen den motorischen Vagus-Glossopharyngeuskern gebildet hat, hier merklich an Grösse zu; und sobald einmal die letzten Glossopharyngeuswurzeln ausgetreten sind, gehören die aus dieser Zellgruppe dorsomedianwärts ziehenden feinen Fasern einem anderen motorischen Nerven, dem Nervus facialis an; wir begegnen hier also bereits dem untersten Ende des Facialiskernes, *NVII*, der nichts Anderes ist, als die Fortsetzung des Nucleus ambiguus und damit indirect der Zellgruppen des Vorderhornes im Rückenmark.

Wenn wir die Schnitte in gleicher Weise weiter proximalwärts fortsetzen, so erhalten wir im Gebiete des Hinterhirns einen Ring (vide pag. 58), dessen dorsale Hälfte vom Kleinhirn und dessen ventrale Hälfte von der Brücke gebildet wird; durch diesen Ring, und zwar mit seiner ventralen Hälfte organisch verwachsen, ziehen die Verlängerungen der meisten an den obersten Schnitten des Nachhirns beschriebenen Gebilde; selbstverständlich ist davon auszunehmen der Strickkörper, welcher für das Kleinhirn bestimmt ist und in dieses eingeht. Auch die Pyramiden nehmen insoferne eine Sonderstellung ein, als sie die Substanz der ventralen Hälfte des Ringes (die Brücke) selbst durchflechten. Es ist rathsam, am menschlichen Gehirn das

Kleinhirn nicht mitzuschneiden, am besten trennt man es schon vor der Härtung in der Gegend der Brückenarme vom Gehirnstamme ab, und lässt nur die Lingula zwischen den Bindearmen bestehen. Hingegen mag bei Affen und kleineren Thieren das Kleinhirn recht wohl mitgeschnitten werden (vgl. Fig. 127).

Wir werden daher zunächst auch vom Kleinhirn absehen und dieses nachträglich für sich allein betrachten.

Der auffälligste Unterschied, den ein Schnitt aus der Gegend des unteren Brückenrandes (Fig. 122) gegenüber den proximalsten Ebenen des Nachhirns darbietet, ist durch das Auftreten der Brückenformation, *Po*, gegeben. Dieselbe charakterisirt sich durch starke Faserbündel, welche, vom Kleinhirn ausgehend, in der ventralen Hälfte des Schnittes transversal über die Mittellinie verlaufen und zwischen sich kleinere und grössere unregelmässige Gruppen grauer Substanz umfassen, die Brückenkerne.

In der ganzen Höhe der Brücke wird daher auch der Querschnitt in zwei übereinanderliegende Abtheilungen zerfallen, die scharf voneinander getrennt sind, in die ventrale und in die dorsale Hälfte. Letztere enthält die unmittelbare Fortsetzung der Bestandtheile des Nachhirns (ausgenommen die Pyramidenbahnen); in der ventralen Hälfte finden wir neben der eigentlichen Brückenformation noch die cerebrale Verlängerung der Pyramiden, *Py*. Die dorsale Hälfte bezeichnet man wohl auch als Haubenfeld mit Rücksicht darauf, dass ein grosser Theil der hier verlaufenden Längsfasern später in das Gebiet der Hirnschenkelhaube übergeht.

Am seitlichen Rande der Fig. 122 (ebenso noch in Fig. 123 und 125) ist die künstlich angelegte Trennungslinie im Brückenarme und Kleinhirn zu erkennen. Unter dem Boden des vierten Ventrikels liegt noch der bereits kleiner werdende dreieckige Akusticuskern, *VIII h*; seitlich von ihm beginnt in der aufsteigenden Akusticuswurzel, *VIII a*, die reticuläre Substanz immer dichter zu werden und sich durch auffallend grosse, vielstrahlige Zellen (namentlich bei Thieren) sehr hervorzuheben; daher diese Gegend auch grosszelliger Akusticuskern (*Deiters*'scher Kern) genannt wird. Die mediale Akusticuswurzel, *VIII m*, sieht man von der Gegend des grosszelligen Kernes und vom lateralen unteren Winkel des Hauptkernes aus, zwischen Strickkörper, *Crst*, und aufsteigender Trigeminuswurzel, *Va*, eingezwängt, am lateralen Rande der Brücke austreten, *VIII*. Der accessorische Akusticuskern, *VIIIac*, liegt hier an der Convexität des Corpus restiforme und etwas ventral davon, noch deutlich von der lateralen Wurzel, *VIII l*, durchzogen. Es gehen ferner von dieser Zellgruppe auch jene Querfasern ab, die wir in ihrem Beginne bereits

am früheren Schnitte Fig. 121 beschrieben haben und die das Corpus trapezoides, *Tr*, zum grössten Theile bilden.

Im lateralen Gebiete der Formatio reticularis tritt nun der Facialiskern, *NVII*, immer deutlicher hervor, und zwar in Form von rundlichen Zellgruppen, von welchen man einzelne, nicht zu gröberen Bündeln vereinigte Markfasern, *VIIa*, schief dorsal- und medianwärts gewendet, anscheinend gegen das hintere Längsbündel hinstrahlen sieht.

Da sie gleichzeitig auch ein wenig cerebralwärts verlaufen, so werden erst die nächstfolgenden Schnitte darüber Aufklärung geben können, dass wir es hier mit dem Ursprungskerne und den Wurzelfasern des N. facialis zu thun haben. Wir treffen aber dieselben Fasern am nämlichen Schnitte nochmals, wie sie nach mehrfachem Umwege, der cerebralwärts von diesem Schnitte (im Bereiche von Fig. 123 und 124) ausgeführt wird, als compactes Bündel in der Nähe der aufsteigenden Trigeminuswurzel, medial von dieser und vom Akusticus, wieder auftauchen und in schiefer Richtung die Brückenfasern durchsetzen; es ist dies die austretende Wurzel des N. facialis, *VIIc*. Die Akusticuswurzel unterscheidet sich also schon dadurch von der Facialiswurzel, dass erstere lateral, letztere medial von der aufsteigenden Trigeminuswurzel gegen ihre Austrittsstelle hinzieht.

Während an den distalsten Schnitten durch die Brückengegend die Brückenfasern noch alle um die ventrale Peripherie der Pyramide herumziehen, schieben sich weiter gegen das Gehirn zu bald einzelne Bündel von Brückenfasern und auch Gruppen grauer Substanz zwischen Pyramiden und das als Schleife, *Lm*, bereits bekannte Querschnittsfeld ein; weiterhin drängen sich auch einzelne Gruppen grauer Substanz in die früher noch compacten runden Stränge der Pyramiden und schliesslich ziehen, je weiter proximalwärts wir gelangen, immer zahlreichere horizontale Bündel sowohl durch die Pyramidenbündel, als auch dorsal von ihnen. Dadurch zerfällt der Querschnitt des Brückengebietes (mit Ausschluss des Haubengebietes) in drei übereinandergelegene Etagen. Jene Querbündel der Brücke, welche ventral von der Pyramide verlaufen, können als oberflächliche Brückenfasern (Stratum superficiale pontis), jene, welche dorsal von ihr streichen, als tiefliegende (Stratum profundum pontis) bezeichnet werden; endlich mag man Bündel, welche die Pyramidenbündel durchsetzen, mittlere durchflechtende (Stratum complexum) nennen.

Beim Menschen ist die Brücke viel stärker entwickelt als bei Thieren; daher sehen wir auch bei letzteren in der Regel einen grossen Theil des Corpus trapezoides, noch nicht von Brückenfasern bedeckt, frei an der ventralen Seite der Medulla oblongata liegen

und vom Kleinhirnrande bis zu den über sie hinwegziehenden Pyramiden ein etwa trapezoidförmiges Feld einnehmen.

Fig. 122. Querschnitt Fig. 113 *i*. *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *VI* Wurzelfasern d. N. abducens, *VIIa* Kernschenkel der Facialiswurzel, *VIIc* austretende Facialiswurzel, *VIII* N. acusticus, *VIIIa* aufsteigende Akusticuswurzel und grosszelliger Akusticuskern, *VIIIac* accessorischer Akusticuskern, *VIIIh* dreieckiger Akusticuskern, *VIIIl* laterale Akusticuswurzel, *VIIIm* mediale Akusticuswurzel, *Cbllm* Cerebellum, *cH* centrale Haubenbahn, *Crst* Corp. restiforme, *Flp* Fasciculus long., posterior, *Lm* Schleife, *Ndt* Nucl. dentatus cerebelli, *Nos* Nucl. olivaris, *NTr* Nucl. trapezoides, *NVII* Facialiskern, *Po* Brückenfasern, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Sgl* Substantia gelatinosa, *Tr* Corpus trapezoides.

An dem Schnitte Fig. 122 bemerken wir noch eine Anzahl ziemlich dicker Bündel von groben Nervenfasern, welche in dorso-

ventraler Richtung durch einen Theil des Haubenfeldes, der Schleife, des Corpus trapezoides und der Pyramiden hindurchsetzen, *VI*, ohne dass sich hier ihr Anfang und ihr Ende erkennen liesse. Es sind dies die Wurzelfasern des Nervus abducens, die wir an mehr cerebralwärts angelegten Schnitten (Fig. 123) bis zu ihrem, dem Grosshirn ein wenig näherliegenden Ursprungskern verfolgen werden, während ihr Austritt aus der Medulla oblongata, gerade unter der Brücke, an einem hier nicht abgebildeten Schnitte, erfolgt (zwischen Fig. 121 und 122).

Zwischen Abducenswurzeln und Facialiskern erscheint ein ziemlich undeutlich begrenzter Körper, etwa von der Grösse des letzteren: die obere Olive, *Nos.* Die obere Olive drängt sich gleichsam von der dorsalen Seite in das Corpus trapezoides hinein und presst an dieser Stelle dessen zarte Bündel enger zusammen. Die dadurch entstehende Concavität, in welche sich die obere Olive einlagert, kann die Auffindung und Erkennung dieses Körpers erleichtern. Die in dieser Gegend zwischen die Bündel des Trapezkörpers eingestreuten Nervenzellen werden als Trapezkern, *Ntr*, bezeichnet. Die Fasern des Corpus trapezoides erreichen die Raphe, indem sie die Schleife, zu zarten Bündeln vereinigt, durchziehen.

Dorsal über den Brückenfasern liegt also, abgesehen von den querverlaufenden Trapezfasern, nebeneinander eine Anzahl von Gebilden, die wir bereits alle kennen gelernt haben, nun aber nochmals der Reihe nach recapituliren mögen, indem wir von der Mittellinie nach der Seite hin fortschreiten: 1. Die Raphe, 2. die Schleife, 3. die Abducenswurzel, 4. der Trapezkern, 5. die obere Olive, 6. der Facialiskern, 7. die austretende Facialiswurzel, 8. die aufsteigende Trigeminuswurzel, 9. die mediale Akusticuswurzel, 10. das Corpus restiforme, 11. und 12. die laterale Akusticuswurzel mit dem accessorischen Akusticuskern.

Am medialen Rande der oberen Olive befindet sich ein kleines Querschnittsfeld *cH*, welches sich aber in der Regel nicht scharf heraushebt, die centrale Haubenbahn *(Bechterew* und *Flechsig)*, dessen Fasern aus der unteren Olive stammen sollen.

An dem folgenden Schnitte (Fig. 123) breitet sich die Schleife bereits mehr in transversaler Richtung am dorsalen Brückenrande aus, während ihr dorso-ventraler Durchmesser entsprechend abnimmt. Sie wird in der oben beschriebenen Weise von den feinen Querbündeln des Corpus trapezoides durchzogen.

Weitere, zu sehr feinen Bündeln vereinigte, quere Bogenfasern sieht man wie auf den früheren Schnitten im ganzen Haubenfelde bis zum Boden des vierten Ventrikels, also auch durch die hinteren Längsbündel, *Flp*, hindurch, an die Raphe herantreten. Man

hüte sich, hier die hinteren Längsbündel mit einem ovalen Querschnitte markhaltiger Nervenfasern, *VIIb*, zu verwechseln, welcher sich für kurze

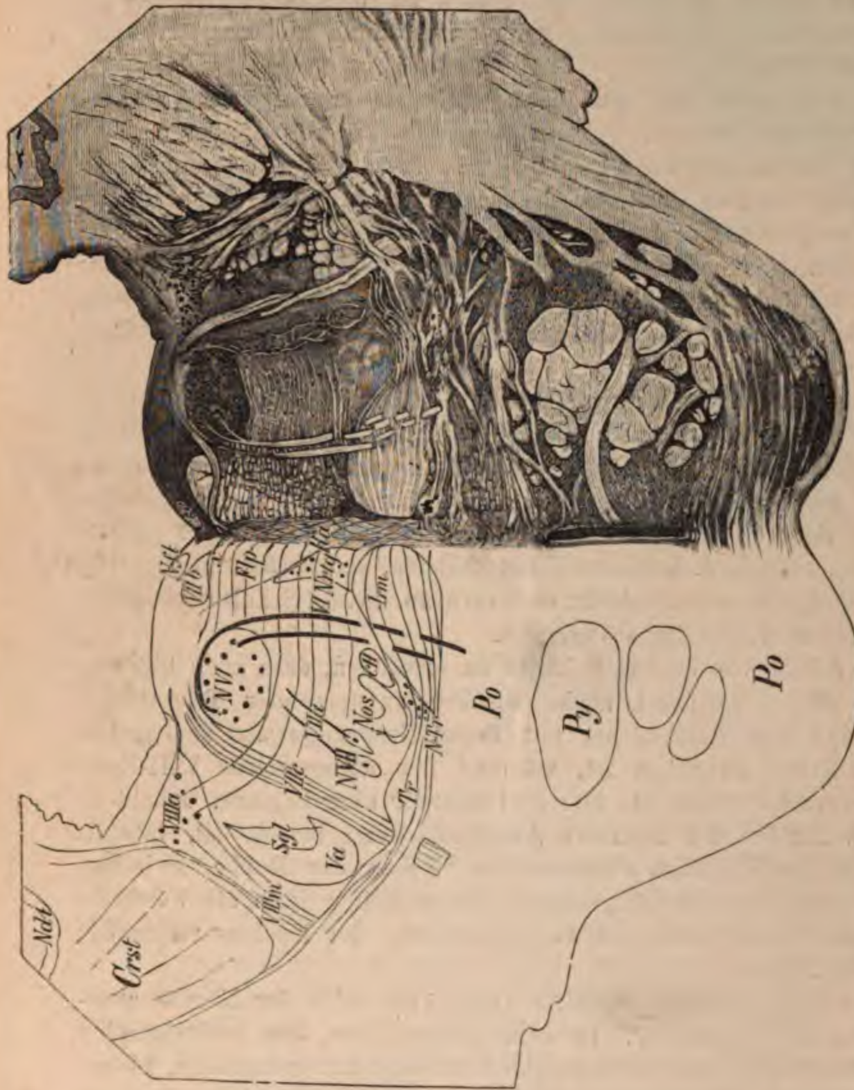


Fig. 123. Querschnitt Fig. 113 *k*. *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *VI* Wurzelfasern d. N. abducens, *VIIa* Kernschenkel, *VIIb* aufsteigender, *VIIc* Austrittsschenkel d. Wurzel d. N. facialis, *VIIIa* grosszelliger Akusticuskern, *VIIIm* mediale Akusticuswurzel, *cH* centrale Haubenbahn, *Crst* Corpus restiforme, *Flp* Fasciculus longit. post. *Lm* Schleife, *Ndt* Nucl. dentatus cerebelli, *Nos* Nucl olivaris sup., *Nrtg* Nucl reticularis tegmenti, *Ntr* Nucl. trapezoides, *NVI* Kern d. N. abducens, *NVII* Kern d. N. facialis, *Po* Brückenfasern, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Slg* Substantia gelatinosa, *Tr* Corpus trapezoides, *x* gekreuzter Zuzug zum N. facialis.

Zeit zwischen die Ventrikeloberfläche und das genannte Bündel einschiebt. Er unterscheidet sich aber vom hinteren Längsbündel leicht dadurch, dass er nicht von Bogenfasern durchzogen ist; ferner erscheint er nach allen Seiten schärfer abgegrenzt als jenes; er wird als auf-

steigender Schenkel der Facialiswurzel bezeichnet. Die meisten aus dem Facialiskerne (der hier bereits merklich kleiner wird) gegen die Raphe ziehenden Fasern, *VIIa*, legen sich nämlich unter dem Ventrikelboden neben der Mittellinie successive zu diesem Nervenstrange zusammen, indem sie gleichzeitig die longitudinale Richtung cerebralwärts einschlagen.

Ferner sehen wir an diesem Schnitte lateral vom Facialiskerne den austretenden Facialisschenkel, *VIIc*, in längerer Ausdehnung. Es ist also die Facialiswurzel, *VII a b c*, auf ihrem Wege vom Kerne bis zum Austritte dreimal getroffen, ohne dass der Zusammenhang dieser drei Stücke untereinander ersichtlich wäre.

Neben dem Facialiskerne, ein wenig ventral und medial von ihm, liegt in der bekannten Einkerbung des Corpus trapezoides die obere Olive, hier in Form eines schief gestellten schmalen, mehr oder weniger gebogenen Bandes.

Nahe der Olive sehen wir nur äusserst schwach markirt die centrale Haubenbahn und weiter die Bündel des N. abducens sehr auffallend in leichtem, gegen die Raphe convexem Bogen dorsalwärts ziehen, bis sie nicht weit unter dem Boden des vierten Ventrikels den medialen Rand einer deutlichen rundlichen, grauen Masse, *NVI* (Abducenskern), erreichen. In Folge ihres schiefen, spinalwärts gerichteten Verlaufes treffen wir die Abducensfasern an diesem Schnitte ebenfalls nur in einem Theile ihres Verlaufes.

Es bleibt von diesem Schnitte zu erwähnen, dass auch hier die mediale Akusticuswurzel noch zwischen aufsteigender Trigeminuswurzel und dem Strickkörper mit ihrem Ursprunge aus dem grosszelligen Kerne zu sehen ist, während der accessorische VIII-Kern bereits verschwunden ist. Der Strickkörper aber beginnt, sobald er von den Banden der lateralen Akusticuswurzel befreit ist, lateralwärts in das Kleinhirn einzustrahlen. Neben der Raphe, zwischen Schleife und hinterem Längsbündel, finden sich weit in die Formatio reticularis hinein zerstreute Ganglienzellen, der Nucleus reticularis tegmenti, *Nrtg*.

An dem nächsten Schnitte (Fig. 124) fehlt der Nervus acusticus bereits vollständig. In dem Querschnitte der aufsteigenden Trigeminuswurzel treten zahlreiche rundliche, unregelmässige, kleine Massen grauer Substanz auf, der Anfang des sensorischen Trigeminuskernes, den wir erst am nächsten Schnitte in voller Entwickelung sehen werden; daher ist denn auch von diesem Schnitte nur jener Theil gezeichnet, welcher dem Ventrikelboden zunächst liegt, um das Verhältniss der austretenden Facialiswurzel zum aufsteigenden Schenkel zu zeigen. Man sieht hier, wie die Wurzelfasern des Nucleus

facialis aus der senkrechten in die horizontale Richtung umbiegen; ferner bemerkt man besonders deutlich den Faserzuwachs *x*, welchen der N. facialis von der anderen Seite her erhält.

Wir gelangen nun in das eigentliche Ursprungsgebiet des N. trigeminus (Fig. 125). Der Schnitt zeigt uns das hintere Längsbündel, *Flp*, wieder an die ihm gebührende Stelle unter dem vierten Ventrikel hinaufgerückt; die Schleife, *Lm*, breitet sich weiter lateralwärts aus, bis sie die obere Olive in der Gegend ihres cerebralen Endes fast erreicht. Lateral von letzterer liegt das Territorium des Trigeminus. Jene kleinen Häufchen grauer Substanz, welche bereits weiter spinalwärts im Querschnitte der aufsteigenden Trigeminuswurzel erwähnt wurden, sind bedeutend zahlreicher und grösser

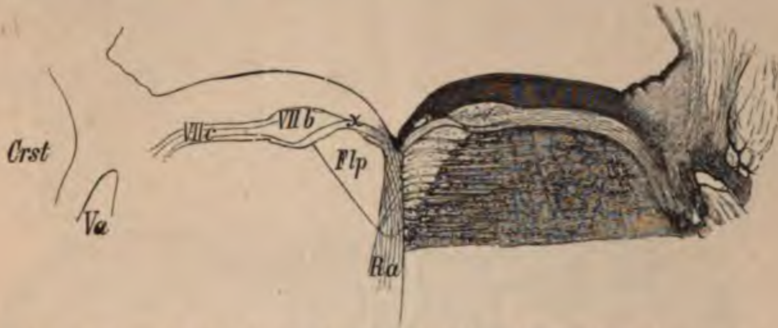


Fig. 124. Querschnitt Fig. 113*l*. Umbeugung des aufsteigenden Facialisschenkels in den Austrittsschenkel.
Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *VIIb* aufsteigender Schenkel und *VIIc* Austrittsschenkel der Facialiswurzel, *x* gekreuzter Zuzug zum Facialis, *Crst* Corpus restiforme, *Ra* Raphe.

geworden, sie bilden nun den sensorischen Trigeminuskern, *NVs*. Von dieser Stelle aus sieht man die Fasern der aufsteigenden Wurzel, sowie neue aus den Zellgruppen hinzugekommene Faserbündel, zu den mächtigen Bündeln der sensiblen Trigeminuswurzel vereinigt, schief ventralwärts (und auch cerebralwärts, daher schief geschnitten) durch den medialsten Theil des Brückenarmes nach aussen ziehen, *Vs*.

Medial vom sensorischen Kerne liegt eine compacte rundliche, graue Masse, *NVm* (motorischer Trigeminuskern), mit grossen Nervenzellen. Zwischen beide Kerne hinein kann man einen Faserzug, im Bogen von der Raphe herziehend, verfolgen, *Vx*, der einen gekreuzten Ursprung des Trigeminus darstellt; von dem ventralen Pole des motorischen Kernes geht eine Anzahl stark schief getroffener Bündel aus, die aus gröberen Fasern bestehen und daher durch ihre weisse Farbe stark hervorstechen; es sind dies die eine Strecke weiter

cerebralwärts austretenden motorischen Wurzelbündel des N. trigeminus, *Vm*.

Eine weitere Vergrösserung erfährt die Trigeminuswurzel durch

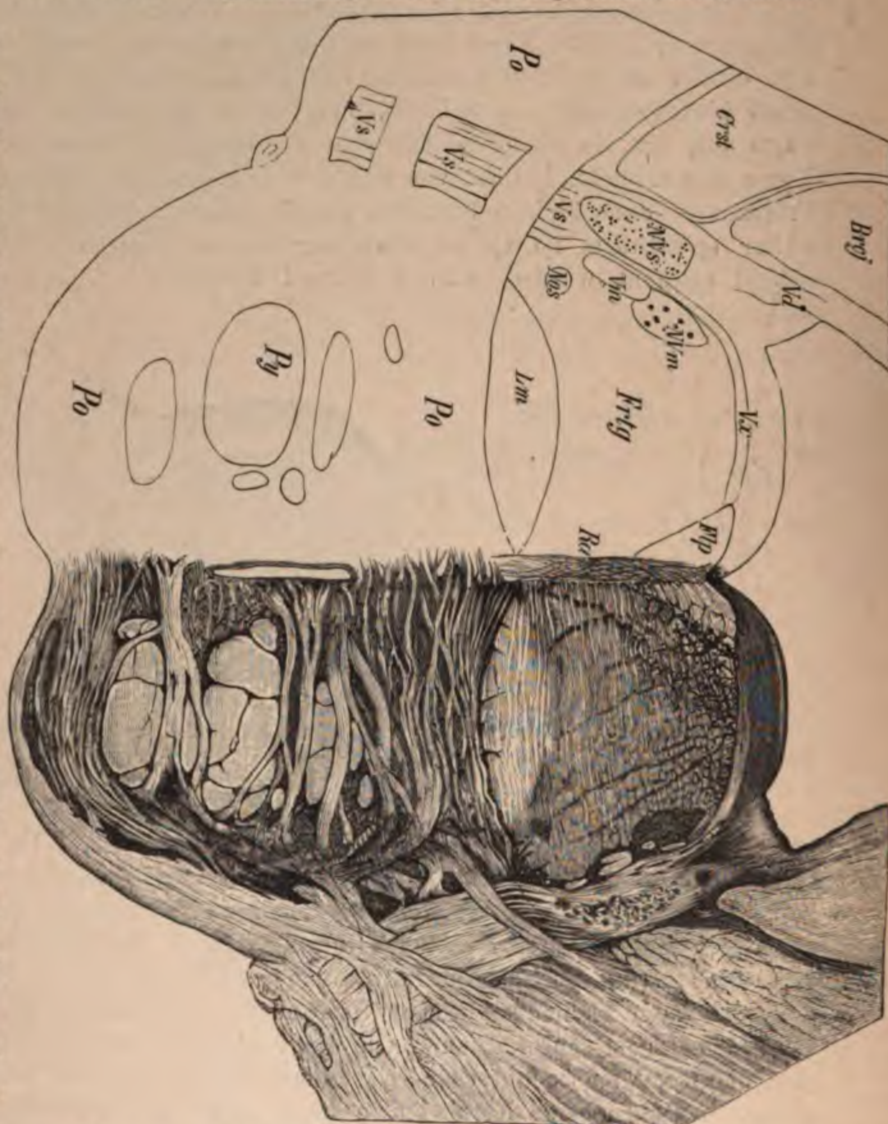


Fig. 125. Querschnitt Fig. 113m. *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *Vd* absteigende Trigeminuswurzel, *Vm* motorische und *Vs* sensible Trigeminuswurzel, *Vx* gekreuzte Trigeminuswurzel, *Brcj* Brachium conjunctivum, *Crst* Corpus restiforme, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Frtg* Haubenfeld, *Lm* Schleife, *Ndt* Nucleus dentatus, *Nos* cerebrales Ende der oberen Olive, *NVm* motorischer und *NVs* sensibler Kern des N. Trigeminus, *Po* Brückenfasern, *Py* Pyramidenfasern, *Ra* Raphe.

Fasern, welche aus der Gegend des lateralen Ventrikelwinkels herabziehen; dieselben sind aber deutlich erst an Schnitten zu sehen, welche mehr cerebralwärts gelegen sind: absteigende Trigeminuswurzel, *Vd*.

Am lateralen Rande des Schnittes bemerkt man, dass das Corpus restiforme nun bereits ganz in die centrale Markmasse des Kleinhirns

eingeht, dagegen erscheint medial und dorsal von ihr ein mächtiger Querschnitt von Markfasern; er hat die Form einer gekrümmten

Fig. 126. Querschnitt Fig. 113n. *Vd* absteigende Trigeminuswurzel, *Vm* motorische Trigeminuswurzel, *Brcj* Brachium conjunctivum, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Frtg* Haubenfeld, *Lcö* Locus coeruleus (Substantia ferrugiea), *Lm* mediale Schleife, *Lml* laterale Schleife, *Lng* Lingula, *Nlml* lateraler Schleifenkern, *Po* Brückenfasern, *Py* Pyramiden, *Vlma* Velum medullare anterius.

Keule (an Fig. 125 ist der obere Theil der Keule abgeschnitten, an Fig. 126 aber kann der Gesammtquerschnitt dieses Bündels gesehen

werden), welche sich mit der Spitze voran vom Kleinhirn herabsenkt und weiter cerebralwärts, sobald der N. trigeminus Platz macht, in das Gebiet des Haubenquerschnittes einschiebt: der Bindearm, *Brcj* (Brachium conjunctivum, oberer Kleinhirnarm, Brachium cerebelli ad cerebrum).

Sobald der N. facialis und der N. abducens verschwunden sind, wird das ganze Querschnittsgebiet lateral von der Raphe bis zum Trigeminus hin, die Formatio reticularis tegmenti, das Haubenfeld, gleichmässig von mehr vereinzelten Bogenfasern durchzogen, und verkleinert sich in den folgenden Schnitten merklich.

Wenn auch der Gesammtquerschnitt der Brücke in den folgenden Schnitten (Fig. 126 und 128) noch ein sehr grosser ist, so wird doch bei der gewählten Schnittrichtung der Brückenarm, und damit der Eintritt der Brücke ins Kleinhirn, nicht mehr getroffen; es ist also auch der laterale, künstlich angelegte Schnitt nicht mehr zu sehen.

Die mediale Schleife, *Lm*, ist nun (Fig. 126) dem lateralen Rande des Schnittes ziemlich nahe gerückt, während der Bindearm, dessen ventrale Spitze deutlich medianwärts gekrümmt erscheint, herabgestiegen ist. Der vierte Ventrikel wird nach und nach merklich schmäler, bis er sich ganz zum Aquaeductus Sylvii, *Aq*, verengt (Fig. 128 bis 132). Die Decke des Ventrikels wird hier zunächst durch das vordere Marksegel, Velum medullare anterius, *Vlma*, mit der Lingula cerebelli, *Lng*, dargestellt.

Zwischen Brücke und Bindearm bleibt gegen den lateralen Rand zu ein etwa dreieckiger Raum übrig; er wird zum grossen Theil von Markfasern, *Lml*, ausgefüllt, welche schief dorsalwärts streben, als schmaler Saum den Bindearm umstreichen und schliesslich zum kleinsten Theile in das vordere Marksegel eintreten, während wir ihre Hauptmasse weiter in die Vierhügel verfolgen können. Diese Bündel sind es eigentlich, welche die von aussen sichtbare Schleife darstellen; ihnen gebührt daher dieser Name vor Allem, nachdem er auch ursprünglich für sie bestimmt war. Man kann sie laterale Schleife nennen, zum Unterschiede von jenen Schleifenbahnen, die wir vom Rückenmark herauf verfolgt haben und für die dann die Bezeichnung der medialen Schleife zu wählen ist. Ueber die verschiedenartige und verwirrende Nomenclatur der Schleifenbahnen wird später ausführlicher gesprochen werden.

In dem erwähnten dreieckigen Gebiete der lateralen Schleife verdienen auch einzelne Gruppen kleiner Ganglienzellen Beachtung, die wahrscheinlich einem Theile dieser Schleifenfasern als Ursprungsstätte dienen und daher als Nuclei lemnisci lateralis, *Nlml*, bezeichnet werden dürfen.

Lateral vom hinteren Längsbündel liegt eine Gruppe von stark pigmentirten Ganglienzellen, die in Folge ihrer auffallenden Färbung schon mit freiem Auge zu sehen ist, Substantia ferruginea oder Locus coeruleus, *Lcö.* Letztere Bezeichnung gilt eigentlich richtig nur für die bläulich gefärbte Stelle am Boden der Rautengrube über der dunklen Zellgruppe (vgl. pag. 71). — Wieder lateral vom Locus coeruleus und ein wenig dorsal, immer noch dem seitlichen Winkel des vierten Ventrikels entsprechend, bemerkt man den Querschnitt eines dorso-ventral langgestreckten, schmalen Bündels: die absteigende Trigeminuswurzel, *Vd.*



Fig. 127. Frontalschnitt durch das Kleinhirn und die Medulla oblongata eines Affen. Zweimal vergrössert.

Va aufsteigende Trigeminuswurzel, *VIII* Nervus acusticus, *VIIIh* dreieckiger Akusticuskern, *IX* Nervus glossopharyngeus, *Co+* Kreuzungscommissur, *Crst* Corpus restiforme, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Ndt* Nucleus dentatus cerebelli, *No* Olivenkern, *Nt* Nucleus tecti, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Vrsp* Oberwurm, *V4* Vierter Ventrikel.

Die Bogenfasern, welche die Formatio reticularis tegmenti durchsetzen, werden immer noch spärlicher, besonders fällt auf, dass die mediale Schleife von ihnen nicht mehr durchzogen wird. Da die Mittelfurche des vierten Ventrikels immer tiefer einschneidet, müssen diese Bogenfasern, namentlich die dorsalsten, bevor sie zur Raphe gelangen, auffallend stark ventralwärts herabsteigen. Am lateralen Brückenrande kann man auch noch die Fasern der motorischen Trigeminuswurzel, *Vm*, kurz vor ihrem Austritte treffen.

Wenn auch in den nächst höheren Schnitten die proximalste Partie der Brücke noch mitgetroffen wird, so müssen sie doch bereits zum Mittelhirn gerechnet werden, indem die Ursprünge von Nerven zum Vorschein kommen, die unbedingt letzterem angehören.

Wir haben aber vorher noch jenen Theil des Hinterhirns, den wir bisher übergangen haben, **das Kleinhirn,** zu besprechen.

Wegen der Grösse des Organes kann man auch das Kleinhirn eines Affen zur Anfertigung von Querschnitten verwenden, oder aber das menschliche Kleinhirn vorher derart zuschneiden, dass man zwei Sagittalschnitte durch dasselbe anlegt, von denen der eine dem lateralen Rande der Brücke entsprechend zu führen ist, während der zweite (auf der anderen Seite) etwa 1 bis $1^1/_2$ Centimeter von der lateralsten Hervorragung dieses Organes abkappen soll. Man erhält dadurch den Markkern der einen Hemisphäre vollständig und von dem der anderen Seite genügend, um die Verhältnisse in

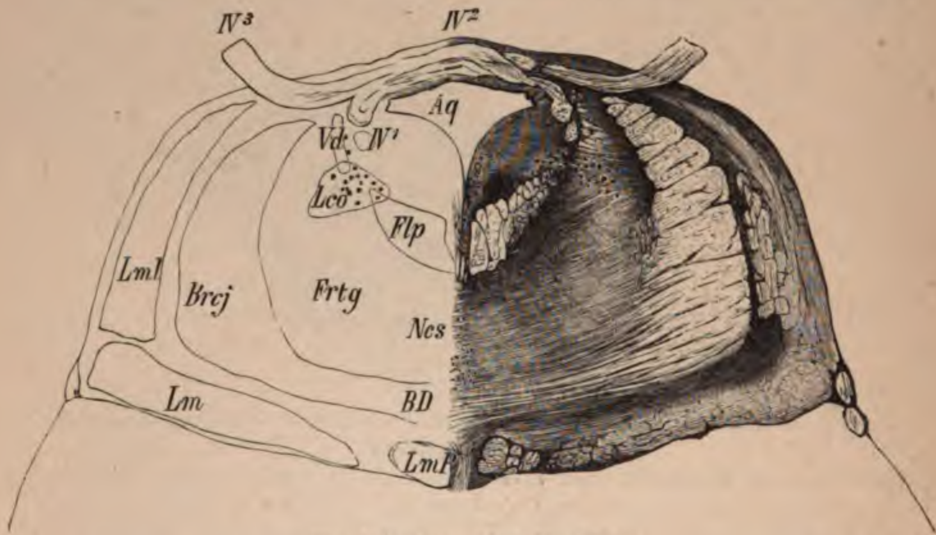


Fig. 128. Querschnitt Fig. 113*o*

IV1 absteigende Wurzelbündel des Nervus trochlearis. *IV2* Trochleariskreuzung. *IV3* austretende Trochleariswurzel, *Vd* absteigende Trigeminuswurzel, *Aq* Aquaeductus Sylvii. *BD* beginnendeBindearmkreuzung, *Brcj* Bindearm, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Frtg* Haubenfeld, *Lcö* Substantia ferruginea, *Lm* mediale Schleife, *Lml* laterale Schleife, *LmP* Bündel von der Schleife zum Fusse des Hirnschenkels.

der Nähe der Medianebene zu verstehen. Wir werden uns hier darauf beschränken, einen frontalen Querschnitt etwa durch die Mitte des Kleinhirns vom Affen knapp hinter dem Corpus trapezoides zu betrachten (Fig. 127).

In der Mittellinie ist der Oberwurm, *Vrsp*, getroffen, und zwar liegt eine Anzahl von Windungszügen übereinander; der Unterwurm reicht nicht so weit cerebralwärts nach vorne, daher sich oberhalb des vierten Ventrikels, *V4*, hier keine graue Rindensubstanz eindrängt. — Seitlich lagern sich die beiden Hemisphären, *H*, mit ihren Lappen, durchwegs von grauer Rinde überzogen, an.

Von centralen grauen Massen sehen wir: 1. im Wurm den massigen, etwa keilförmigen Dachkern, *Nt*, mit seiner Spitze bis nahe an die Medianebene heranreichend; 2. in den Hemisphären das Corpus dentatum cerebelli, *Ndt* (Nucleus dentatus, Corpus rhomboideum), dessen Hilus hier median- und ventralwärts gewendet ist. (Kugelkern und Pfropf sind nur beim Menschen deutlicher ausgebildet.)

Von weissen Faserzügen machen sich namentlich Bündel bemerkbar, die dorsal vom Dachkerne quer über die Mittellinie ziehen und einen Theil der grossen Kreuzungscommissur bilden, *Co+*. Einzelne von diesen Fasern senken sich aber zwischen beide Dachkerne herab, bilden hier eine Art Raphe und verlaufen nach vorheriger Kreuzung wahrscheinlich in sagittaler Richtung (cerebral- oder spinalwärts?). Aussen vom Corpus dentatum sind stark markirte concentrische weisse Faserbögen zu bemerken.

Wenn wir mit der in Fig. 128 dargestellten Schnittebene die Beschreibung des Mittelhirns beginnen, so geschieht dies, weil hier der, dem Mittelhirn angehörige Nervus trochlearis, *IV*, seinen Ursprung nimmt; deutlich sieht man seine Fasern in der Decke des Aquaeductus Sylvii mit denen der anderen Seite sich kreuzen. Einzelne schief oder quer getroffene Bündel, *IV'*, medial von der absteigenden Trigeminuswurzel, *Vd*, gehören ebenfalls dem Nervus trochlearis an; es sind seine Wurzelbündel, welche von dem mehr cerebralwärts gelegenen Ursprungskerne zur Kreuzung ziehen. An der dorsalen Seite des hinteren Längsbündels erscheint hier nahe der Raphe eine auffallende runde, dunkler gefärbte Stelle (in der Abbildung ohne Buchstabenbezeichnung), welche zahlreiche kleinste Nervenzellen enthält und auch als Ursprungsstelle des Nervus trochlearis angesehen wurde (hinterer oder *Westphal*'scher Trochleariskern). Cerebralwärts schliesst sich der bekannte, vordere Trochleariskern unmittelbar an diese Zellgruppe an.

Lateral und ventral vom Aquäductus sind in unverändeter Reihenfolge der Querschnitt der absteigenden Trigeminuswurzel, *Vd*, der Locus coeruleus, *Lcö*, und das hintere Längsbündel, *Flp*, auffallend. Die laterale Schleife, *Lml*, legt sich aussen an den Bindearm an, *Brcj*, dessen ventrale Spitze sich unter nahezu rechtem Winkel medianwärts wendet; die ersten Fasern erreichen sogar schon die Mittellinie, um sich mit denen der anderen Seite zu kreuzen und so den Beginn der Bindearmkreuzung, *BD*, darzustellen. Der Bindearm zeigt auch in all den folgenden Schnitten das Bestreben, nach der Mittellinie hinzurücken, während die mediale Schleife, *Lm*, sich in entgegengesetzter Richtung lateralwärts hinschiebt und sich dabei von der Raphe entfernt. Nur die medialsten Schleifenbündel, *LmP*, bleiben als rundliche Querschnitte dorsal von den Brückenfasern zurück. Jene Nervenzellen, welche in

der Nähe der Raphe zwischen hinterem Längsbündel und Bindearmkreuzung angetroffen werden, bezeichnet man hier als Nucleus cen-

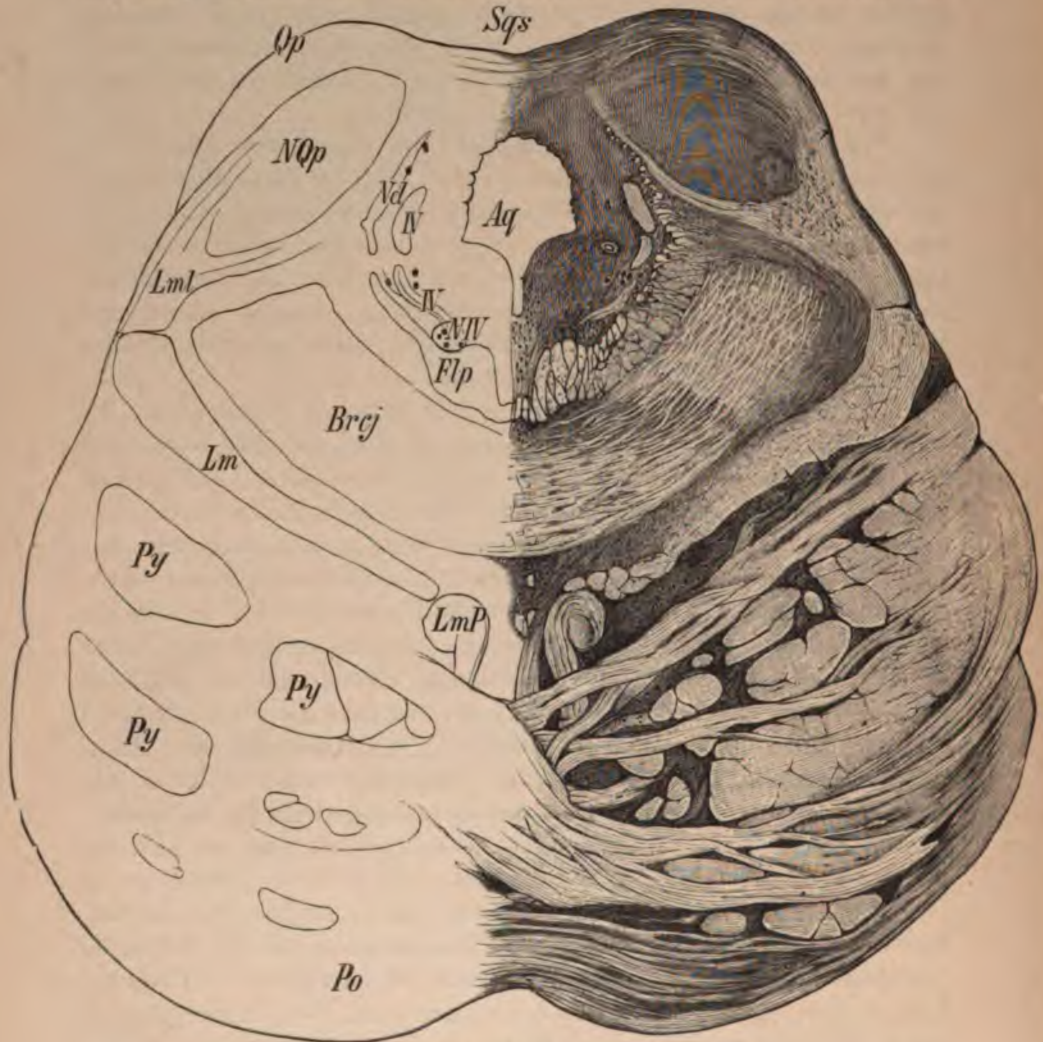


Fig. 129. Querschnitt Fig. 113*p*.
IV Wurzelfasern des Nervus trochlearis, *Vd* absteigende Trigeminuswurzel, *Aq* Aquaeductus Sylvii, *Brcj* Bindearmkreuzung, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Lm* mediale Schleife, *Lml* laterale Schleife, *LmP* Bündel von der Schleife zum Hirnschenkelfuss, *NQp* Kern des hinteren Vierhügels, *NIV* Trochleariskern, *Po* Brückenfasern, *Py* Pyramiden, *Qp* hinterer Vierhügel, *Sqs* Sulcus corporum quadrigem. sagittalis.

tralis superior, *Ncs*. Die beiden quergetroffenen Faserbündel an der Peripherie zwischen Brücke und Schleife sind der Ponticulus.

Die Trochlearisbündel nehmen, wie die folgenden Schnitte (Fig. 129) lehren, ihren Ausgangspunkt grösstentheils von einer rundlichen grauen Masse, *NIV*, welche zum Theile in eine Concavität am dorsalen Rande des hinteren Längsbündels eingebettet ist: (vorderer) Trochleariskern. Nun sind auch bereits die hinteren Vierhügel, *Qp*, durch den Schnitt getroffen; ihre Vereinigung in der Mittellinie überbrückt den Aquäductus, *Aq*, welcher an seinem Boden eine tiefe scharfe Rinne besitzt. Im Centrum des Vierhügels befindet sich eine ovale, nicht sehr deutlich ausgeprägte, graue Masse (Kern des hinteren Vierhügels), *NQp*, an deren Aussenseite man noch die Bündel der lateralen Schleife, *Lml*, erkennt, von denen einige auch bis an und über die Mittellinie gelangen. Ein kleinerer Theil der lateralen Schleife zieht unter den Kern des hinteren Vierhügels, so dass dieser dadurch fast völlig in einer Markkapsel eingeschlossen erscheint.

Die mediale Schleife, *Lm*, setzt ihre Verschiebung lateral- und dorsalwärts fort, während der Bindearm, *Brcj*, immer mehr in die Kreuzung eingehend, herabgerückt ist und dabei anscheinend fast die ganze Formatio reticularis tegmenti für sich in Anspruch nimmt. Die Brückenfasern, *Po*, haben die Pyramidenfasern, *Py*, in eine grosse Anzahl einzelner Bündel zerlegt, trotzdem dieselben bereits an den nächsten Schnitten (Fig. 130), die den cerebralen Rand der Brücke tangiren, zu einem einzigen mächtigen Querschnittsgebiete mit ventraler Convexität (Hirnschenkelfuss, Pes pedunculi, *Pp*) vereinigt sind.

Fig. 130 stellt einen solchen Schnitt dar, welcher durch den distalen Theil des vorderen Vierhügelpaares, *Qa*, gelegt ist. Etwa in der Mitte des dorso-lateralen Randes ist eine seichte Einkerbung zu bemerken, *Sqt*; sie entspricht jener Furche, die den Arm des hinteren Vierhügels oben begrenzt, Sulcus interbrachialis, und macht also darauf aufmerksam, dass wir bereits in das Bereich des vorderen Vierhügels eingetreten sind. Was wir dorsal von dieser Furche sehen, gehört dem vorderen Vierhügel an; in letzterem erkennen wir bereits, wenn auch undeutlich, seinen Kern, *NQa*.

Zwischen Hirnschenkelfuss, *Pp*, und die nicht mehr scharf begrenzte mediale Schleife, *Lm*, schiebt sich ein cerebralwärts rasch an Ausdehnung zunehmendes graues Gebiet, *SnS*, ein; dieses ist durch das Vorhandensein stark pigmentirter Ganglienzellen ausgezeichnet und erhält dadurch, schon für das unbewaffnete Auge, eine eigenthümliche, dunkelgraue Färbung (Substantia nigra Soemmeringi). Aus dem Gebiete des Hirnschenkelfusses sieht man zahlreiche Bündel horizontal in die Substantia nigra einstrahlen, wo sie nicht weiter verfolgt werden können.

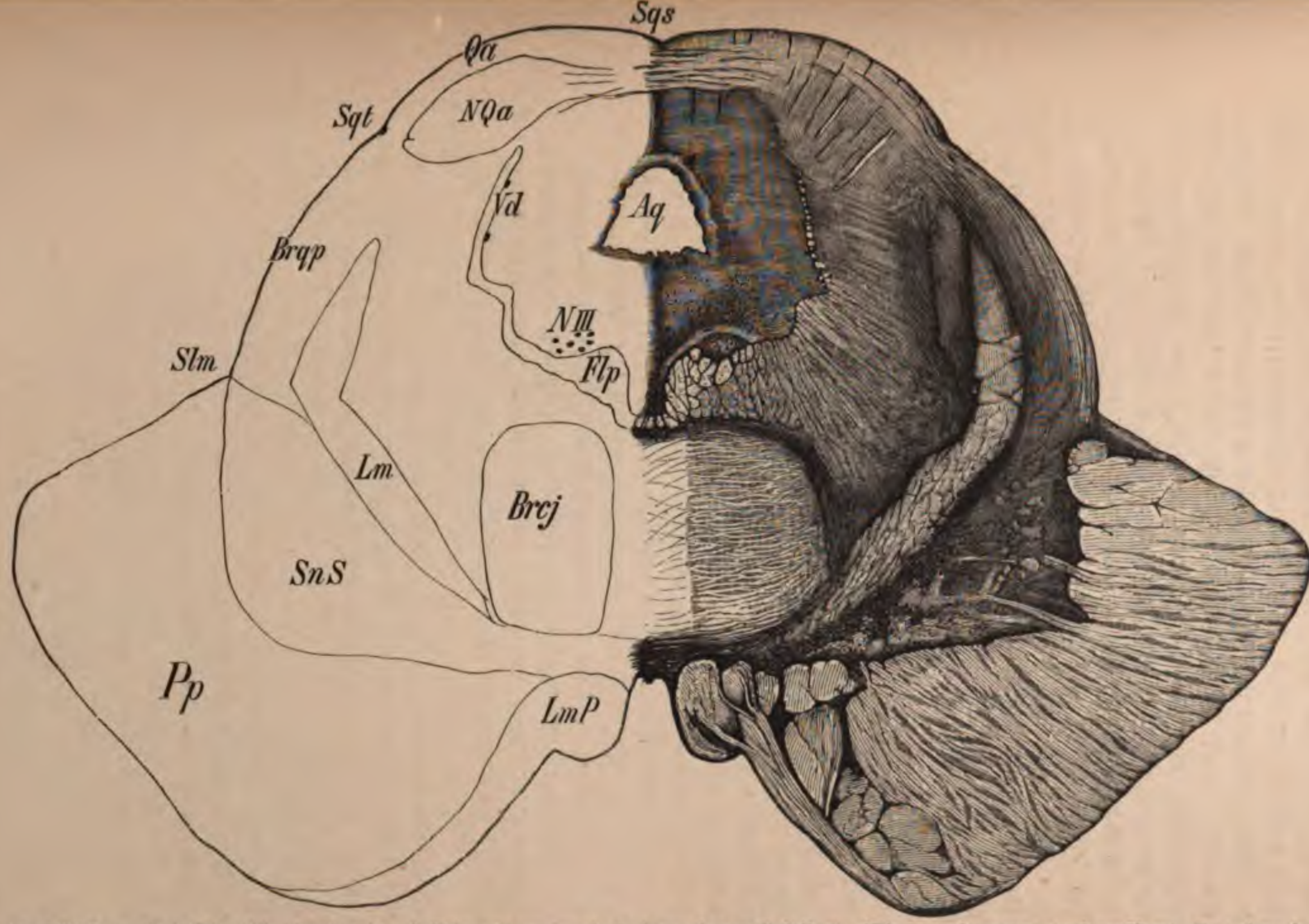


Fig. 130. Querschnitt Fig. 113*q*. *Vd* absteigende Trigeminuswurzel, *Aq* Aquaeductus Sylvii, *Brcj* Bindearmkreuzung (weisser Kern), *Brqp* Arm des hinteren Vierhügels, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Lm* mediale Schleife, *LmP* Schleifenbündel zum Hirnschenkelfuss, *NQa* Kern des vorderen Vierhügels, *NIII* Kern des Nervus oculomotorius, *Pp* Hirnschenkelfuss, *Qa* Vorderer Vierhügel, *Slm* Sulcus longitudinalis mesencephali, *SnS* Substantia nigra Soemmeringii, *Sqs* Sulcus corp. quadrigem. sagittalis, *Sqt* Sulcus corp. quadrigem. transversus.

Jederseits der Mittellinie beginnen die Bindearme nach ihrer Kreuzung ein dorso-ventral gestelltes, ovales Feld zu formiren, *Brcj* (weisser Kern der Haube), welches sich durch die noch in Kreuzung befindlichen Faserzüge fortwährend vergrössert.

Jene rundlichen Querschnitte, welche sich früher von der medialen Schleife losgetrennt hatten und neben der Mittellinie zurückgeblieben waren, *LmP*, legen sich nach dem Verschwinden der Brückenfasern als medialste Fasern dem Hirnschenkelfuss an, beginnen aber dann alsbald an dessen Peripherie lateralwärts zu ziehen; sie heissen Bündel von der Schleife zum Hirnschenkelfuss.

Der Raum zwischen hinterem Längsbündel und Aquaeductus Sylvii hat in dorso-ventraler Richtung merklich zugenommen; er wird durch ein zellenreiches, graues Gebiet eingenommen, und namentlich der ventrale Theil dieses Feldes, *NIII*, steht, wie spätere Schnitte zeigen werden, in Beziehung zu dem Nervus oculomotorius.

Die grossen braunen Zellen des Locus coeruleus sind völlig verschwunden, und auch die absteigende Trigeminuswurzel, *Vd*, ist nun bei schwächster Vergrösserung nur mehr schwer zu erkennen; doch kann man sie immer noch auffinden, wenn man sich an die spärlichen, aber sehr charakteristischen grossen Nervenzellen hält.

Dorsal vom Aquaeductus Sylvii sind die Querfasern jetzt sehr deutlich zu sehen, sie lassen sich weit lateralwärts verfolgen, und zwar bilden die ventralsten Fasern einen grossen geschwungenen Bogen, der gegen die absteigende Trigeminuswurzel hinzieht und auf den folgenden Schnitten noch deutlicher hervortritt.

Ein Schnitt, welcher durch die Kuppe des vorderen Vierhügelpaares gelegt wird (Fig. 131), zeigt sehr wesentliche Veränderungen. Die Furche zwischen den vorderen Vierhügeln, Sulcus corporum quadrigeminorum sagittalis, *Sqs*, ist tief und scharf eingeschnitten, während der Sulcus interbrachialis, welcher den vorderen Vierhügel hier lateral gegen den Arm des hinteren Vierhügels abgrenzt, *Sqt*, weiter ventralwärts hinabgesunken erscheint. Dorsal vom Aquäductus überschreiten zahlreiche Markfasern die Mittellinie; dieselben stammen unter Anderem theils aus der Schleife, theils gehören sie den centralen Verbindungen der absteigenden Trigeminuswurzel, *Vd*, sowie den unten näher zu besprechenden Bogenfasern der Haube an.

Die Kreuzung der Bindearme ist vollendet, dafür findet man dorsal von der Substantia nigra Soemmeringi, nicht weit von der Mittellinie, ein rundliches, aus reticulärer Substanz bestehendes Feld, in welches die gekreuzten Bindearmfasern eingegangen sind, den rothen Kern, *Ntg* (obere Olive von *Luys*, Nucleus tegmenti, Haubenkern). Aus der Gegend dorsal vom hinteren Längsbündel, wo wir

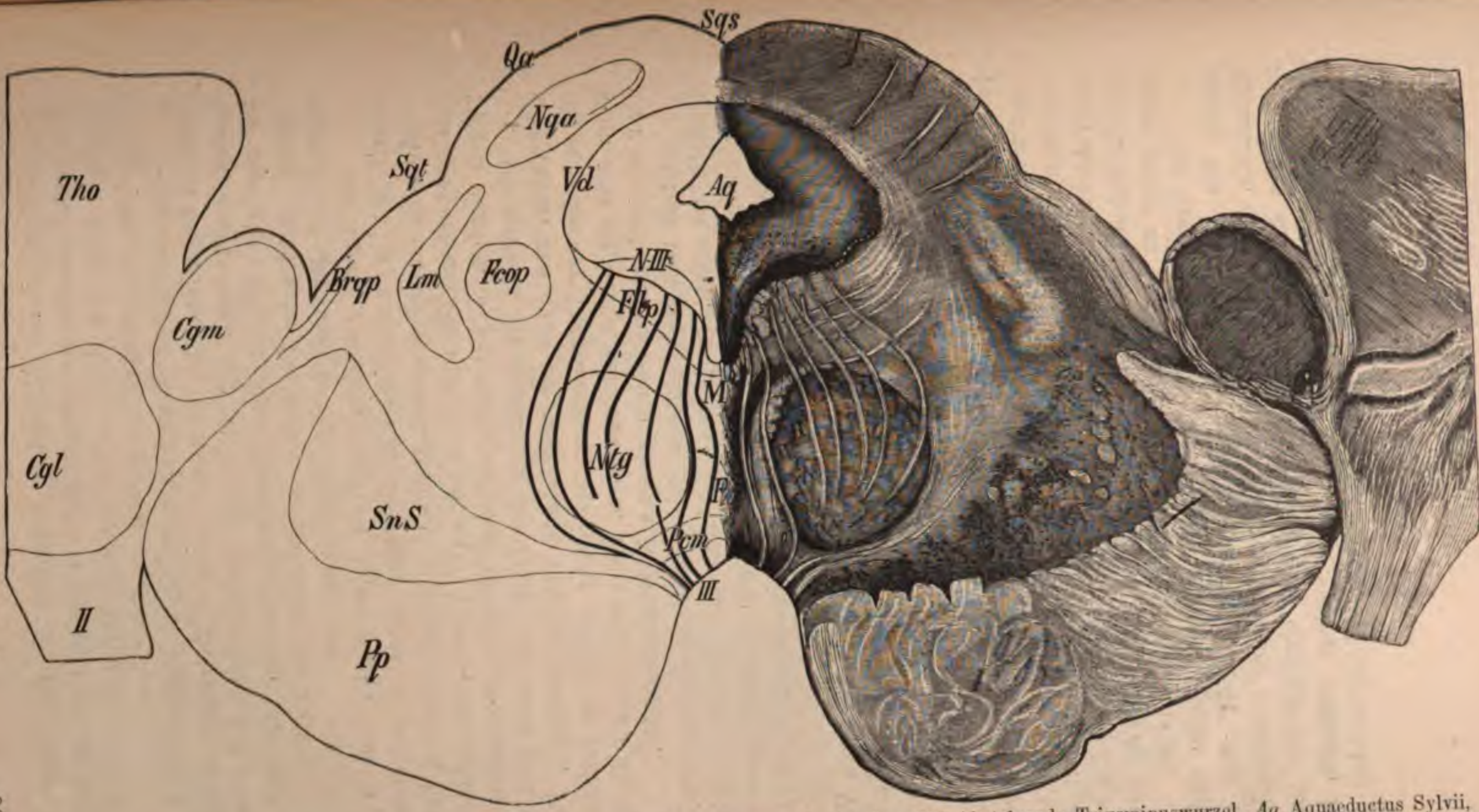


Fig. 131. Querschnitt Fig. 113 r. *II* Tractus opticus, *III* Wurzelfasern des Nervus oculomotorius, *Vd* Absteigende Trigeminuswurzel, *Aq* Aquaeductus Sylvii, *Brqp* Arm des hinteren Vierhügels, *Cgl* Corpus geniculatum laterale, *Cgm* Corpus geniculatum mediale, *F* *Forel's* ventrale Haubenkreuzung, *Fcop* Bündel aus der hinteren Commissur, *Flp* Fasciculus longit. posterior, *Lm* mediale Schleife, *M* *Meynert's* fontainenartige Haubenkreuzung, *Nqa* Kern des vorderen Vierhügels, *Ntg* rother Kern der Haube, *NIII* Oculomotoriuskern, *Pcm* Pedunculus corp. mammillaris, *Pp* Hirnschenkelfuss, *Qa* vorderer Vierhügel, *SnS* Substantia nigra Soemmeringi, *Sqs* Sulcus corp. quadrigem. sagittalis. *Srt* Sulcus corp. quadrigem. transversus, *Tho* Thalamus opticus.

grosse Nervenzellen antreffen, *NIII*, ziehen geschwungene Faserbündel, zunächst die hinteren Längsbündel durchbrechend, theils an beiden Seiten des rothen Kernes, theils durch ihn hindurch, ventralwärts, um in der Furche zwischen beiden Hirnschenkelfüssen an die Oberfläche zu gelangen, *III* (Wurzelfasern des Nervus oculomotorius). Diese Zellgruppe stellt einen Theil des Oculomotoriusursprunges, den Lateralkern *(Perlia)* dar. Beiderseits der Mittellinie finden wir ebenfalls grosse Zellen (Centralkern) und dorsal vom Lateralkern zahlreiche kleinere Zellen *(Edinger-Westphal*'scher Oculomotoriuskern), welche Zellgruppen durchwegs als Ausgangspunkt von Oculomotoriusfasern angesehen werden. Ventral vom rothen Kerne passiren die Oculomotoriusbündel ein Gebiet, *Pcm*, in welchem Fasern aus dem Corpus mammillare zur Haube ziehen: Pedunculus corporis mammillaris.

Die bedeutend verkleinerte mediale Schleife, *Lm*, erscheint als ein wenig deutliches, halbmondförmiges Querschnittsfeld, das sich bis gegen den Vierhügel hinauf erstreckt; wie erwähnt, betheiligt sie sich auch an der Kreuzung dorsal vom Aquäductus. Ein schwach erkennbares, helleres Feld, *Fcop*, medial von der Schleife, enthält Fasern, die aus der hinteren Commissur in das Haubengebiet einstrahlen *(Wernicke)*. In der Raphe sieht man vom hinteren Längsbündel bis zur Basis herab feine Faserkreuzungen. Man hat den dorsalen Theil dieser Kreuzung vom ventralen Theile zu trennen *(Forel)*. In dem dorsalen Abschnitte der Raphe kreuzen sich Fasern, welche, vom Dache des Aquäductus herkommend, in schönen Bögen lateral von der absteigenden Quintuswurzel und weiterhin ventral vom hinteren Längsbündel die Haube durchziehen und so bis an die Mittellinie herangelangen. *Meynert* nannte diese Fasern, von welchen er annahm, dass sie aus den Ursprungszellen der absteigenden Trigeminuswurzel stammen, Quintusstränge; *Forel* schlägt dafür den Namen „fontainenartige *Meynert*'sche Haubenkreuzung" vor, *M*. Jene Kreuzungsfasern, welche man im ventralen Abschnitte der Raphe sieht, bilden *Forel's* ventrale Haubenkreuzung, *F*

Am bemerkenswerthesten an diesem Schnitte ist aber der Umstand, dass sich an seinem lateralen Rande eine Anzahl ganz neuer Gebilde angelegt hat, welche zum grössten Theile in Beziehung zum Nervus opticus zu bringen sind. Neben dem Hirnschenkelfusse erscheint ein mächtiger, schief abgeschnittener, weisser Strang, *II*, der Tractus opticus; dorsalwärts geht derselbe in eine eigenthümliche, abwechselnd weiss und grau gefärbte Masse, *Cgl*, ein, in das Ganglion oder Corpus geniculatum laterale (äusserer Kniehöcker). Einen kleinen Theil der Opticusfasern kann man am Rande des Hirnschenkelfusses in der Tiefe weiter dorsalwärts verfolgen bis zu einem anderen grauen

Körper, *Cgm*, von ovaler Form und annähernd der gleichen Grösse wie die Haubenkerne (Ganglion oder Corpus geniculatum mediale, innerer Kniehöcker). Das Ganglion geniculatum mediale legt sich in den Sulcus lateralis mesencephali, *Slm* (Fig. 131), hinein, ist an seiner Oberfläche von weissen Faserzügen umsponnen und sendet auch einige Bündel gegen den Arm des hinteren Vierhügels. Schliesslich fällt der Schnitt auch bereits in den hinteren Theil des Thalamus opticus, *Tho*, welcher als grosse graue Masse lateral und dorsal von den genannten Gebilden liegt.

Endlich werde der Schnitt am vorderen Rande der vorderen Vierhügel geführt, so dass er in die hintere Commissur, *Cop*, fällt (Fig. 132). Das Gebiet des Thalamus opticus ist hier bereits ein sehr ausgedehntes geworden; ein deutliches Markbündel verbindet bogenförmig in der Furche zwischen Thalamus und der Gegend des vorderen Vierhügels diese beiden Körper miteinander, *Brqa*, vorderer Vierhügelarm. Ueber dem Aquaeductus Sylvii, *Aq*, der sich bereits zum dritten Ventrikel erweitert, verlaufen die mächtigen Querstränge der hinteren Commissur, deren ventralste Fasern seitlich vom Centralcanal in der Richtung gegen die nur mehr schwach erkennbaren hinteren Längsbündel, *Flp*, herabziehen. Die dorsalen Fasern der hinteren Commissur, von ersteren durch den Recessus subpinealis, *Rsp*, getrennt, lassen sich durch das Thalamusgebiet weit lateralwärts verfolgen. Vom Oculomotoriuskern, *NIII*, sieht man noch die vorderen Zellgruppen, und zwar beiderseits neben der Raphe den Nucleus medialis anterior und oberhalb des hinteren Längsbündels den Nucleus lateralis anterior.

Vom lateralen Rande des rothen Kernes, *Ntg*, strahlen Bündel seitwärts aus; eine ähnliche Richtung zeigen auch dem Thalamus angehörige zahlreiche Faserbündel an der lateralsten Partie des Schnittes. Die Substantia nigra Soemmeringi, *SnS*, ist bereits bis auf einen kleinen medialen Rest geschwunden, an ihre Stelle, dorsal vom Hirnschenkelfusse, tritt ein linsenförmiger Körper, *Csth* (Corpus subthalamicum), in einer weissen Markkapsel, den wir als zum Zwischenhirn gehörig späterhin würdigen werden; desgleichen die zwischen die Hirnschenkel unter der Substantia perforata posterior, *Sbpp*, eingezwängten beiden Corpora mammillaria, *Cm*.

Medial vom rothen Kerne ist ein an Markfasern reiches Feld, *Al*, das zur „Linsenkernschlinge" gehört. Es ist dorsal nicht scharf gegen jenes Querschnittgebiet abgegrenzt, welches ventral vom hinteren Längsbündel liegt. Ausserdem mündet von der lateralen Seite her ein grobfaseriges Bündel, *Frtf*, in diese Gegend ein, das sich in den medialen Rand des rothen Kernes eindrängt und dessen

Anfang und Ende an diesem Schnitte nicht erkannt werden kann: der Fasciculus retroflexus (*Meynert*'sches Bündel).



Fig. 132. Querschnitt Fig. 113 *s*. *Al* Gegend der beginnenden Linsenkernschlinge, *Aq* Aquaeductus Sylvii an seiner Einmündung in den dritten Ventrikel, *Brqa* Arm des vorderen Vierhügels, *Cm* Corpus mammillare, *Cop* hintere Commissur, *Csth* Corpus subthalamicum, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Frt* Fasciculus retroflexus, *Ntg* rother Kern, *NIII* vordere Gruppe des Oculomotoriuskernes, *Pp* Hirnschenkelfuss, *Qa* vorderer Vierhügel, *Rsp* Recessus subpinealis, *Sbpp* Substantia perforata posterior, *SnS* vorderes Ende der Substantia nigra Soemmeringi, *Tho* Thalamus opticus.

Zwischenhirn und secundäres Vorderhirn.

Nachdem es sich schon in der Gegend der letztbetrachteten Schnitte empfohlen hatte, die lateralen Partien des Gehirns vor der

Härtung wegzuschneiden, um nicht zu grosse und damit auch schwierig herzustellende Präparate zu erlangen, so erscheint es weiterhin noch nothwendiger, nur den centralen Theil der Hemisphäre, den Stamm, zu schneiden. Die nun folgenden drei Präparate, welche die feineren Verhältnisse im Zwischenhirn und im secundären Vorderhirn zeigen sollen, sind daher nicht vollständig; das Fehlende bietet aber keine Details, welche in gleicher Weise wiederzugeben nothwendig wäre. Ferner sei erwähnt, dass zum Unterschiede von den früheren Karmin-

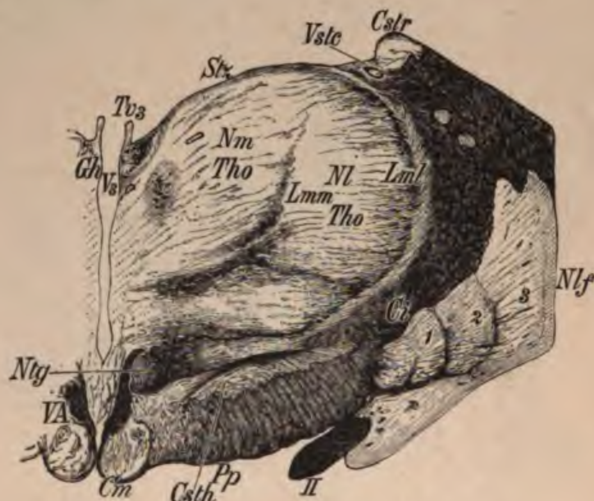


Fig. 133. Querschnitt Fig. 113 *t*.
II Tractus opticus, *Ci* Capsula interna, *Cm* Corpus mammillare, *Csth* Corpus subthalamicum, *Cstr* Corpus striatum, *Gh* Ganglion habenulae, *Lml* Lamina medullaris lateralis thalami, *Lmm* Lamina medullaris medialis thalami, *Nl* Nucleus lateralis thalami, *Nlf* Nucleus lentiformis, *1 2 3* seine drei Glieder, *Nm* Nucleus medialis thalami, *Ntg* vorderstes Ende des rothen Kernes der Haube, *Pp* Pes pedunculi, *Stz* Stratum zonale thalami, *Tho* Thalamus opticus, *Tv 3* Taenia ventriculi tertii, *VA* *Vicq d'Azyr*'sches Bündel, *Vstc* Vena striae corneae, *V 3* dritter Ventrikel.

präparaten im Verhältnisse 4 : 1 die drei folgenden nach der *Pal*'schen Methode gefärbt und nur im Verhältnisse 2 : 1 dargestellt sind.

Es soll gleich hervorgehoben werden, dass gerade die Anatomie einzelner Theile des Zwischenhirns besondere Schwierigkeiten darbietet, welche noch dadurch vermehrt werden, dass es oft gar nicht möglich ist, an einzelne Faserzüge — von denen überhaupt manche mehr erschlossen als demonstrirt sind — bestimmte physiologische Vorstellungen zu knüpfen, so dass wir genöthigt sind, uns mit den trockenen und dabei nicht selten noch zweifelhaften anatomischen Daten zu begnügen. Kurz, die Mängel, welche gegenwärtig der Hirn-

anatomie anhaften, finden wir in gewissen Gegenden des Zwischenhirns besonders scharf ausgeprägt.

Ein Schnitt vor der hinteren Commissur (Fig. 133) zeigt uns zum grossen Theile bereits bekannte Gebilde.

Der Aquaeductus Sylvii hat sich nun völlig zum dritten Ventrikel *(V3)* erweitert; der Thalamus opticus *(Tho)* lässt seine zwei freien Flächen erkennen, von denen die mediale in den verticalen Theil des dritten Ventrikels sieht, während die obere vom Stratum zonale *(Stz)* überzogene Fläche sowohl dem horizontalen Theile dieses Ventrikels, als auch dem Seitenventrikel angehört. Die Kante zwischen beiden Flächen ist durch eine kleine Anschwellung, Ganglion habenulae *(Gh)*, markirt, von welcher die Taenia ventriculi tertii *(Tv3)* abgeht. An einem etwas früheren Schnitte würde man den Fasciculus retroflexus vom Ganglion habenulae abwärts ziehen sehen. Die Corpora mammillaria, *Cm*, sitzen unter der Substantia perforata posterior, *Sbpp*. Von ihnen geht dorsalwärts in den Thalamus jederseits ein grosses, deutliches Markbündel ab, das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel, welches in seinem weiteren Verlaufe gegen den vorderen Kern des Thalamus mehr in sagittaler Richtung zieht, und daher an den folgenden Präparaten als rundlicher Querschnitt erscheinen wird.

Durch die Lamina medullaris medialis, *Lmm*, zerfällt der Thalamus in den kleineren medialen, *Nm*, und in den grösseren lateralen Kern, *Nl*. In letzteren dringen von der Seite her zahlreiche weisse Faserbündel ein und geben daher namentlich dem lateralen Theile dieses Kernes ein eigenthümliches reticuläres Aussehen: Gitterschicht, Stratum reticulatum, *str*. Diese Markbündel sammeln sich am lateralen Rande des Thalamus zu einer dünnen Grenzschicht, der Lamina medullaris lateralis, *Lml*. Nach aussen von letzterer folgt die innere Kapsel, *Ci*, in welche von unten her der Hirnschenkelfuss *Pp* eingeht.

Nicht alles, was zwischen innerer Kapsel und drittem Ventrikel gelegen ist, gehört aber dem Thalamus selbst an; die basale Hälfte dieses Abschnittes, die allerdings gegen den eigentlichen Thalamus nicht scharf abgegrenzt werden kann, wird als Regio subthalamica (Stratum intermedium nach *Wernicke*) bezeichnet.

Vorzüglich fällt oberhalb der inneren Kapsel (respective medial von derselben) ein etwa linsenförmiger Körper auf, der beim Menschen schärfer ausgeprägt erscheint als bei vielen Thieren, und dem eine besonders wechselnde Bezeichnung zu Theil geworden ist: das Corpus subthalamicum, *Csth* (Nucleus amygdaliformis, *Luys*'scher Körper, *Forel*'scher Körper, Bandelette accessoire de l'olive supérieure). Das Corpus subthalamicum wird an beiden Seiten von einer schmalen,

aber deutlich sichtbaren Marklamelle (Capsula corporis subthalamici), mit einziger Ausnahme der medialen Spitze, eingeschlossen. Die ventrale Lamelle bildet die Abgrenzung gegen den Hirnschenkelfuss, respective die innere Kapsel, die dorsale gegen die Regio subthalamica im engeren Sinne; es ist dies ein Gebiet, welches dorso-lateralwärts mit den Fasern des lateralen Thalamuskernes zusammenhängt, ventral

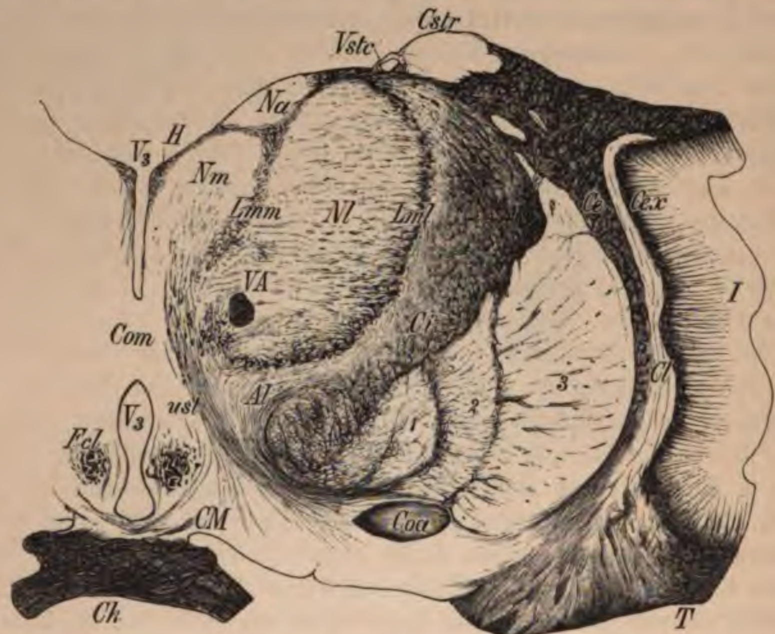


Fig. 134. Querschnitt Fig. 113 *u*.

1 2 3 Die drei Glieder des Linsenkernes, *Al* Ansa lenticularis, *Ce* Capsula externa, *Cex* Capsula extrema, *Ch* Chiasma nervorum opticorum, *Ci* Capsula interna, *Cl* Claustrum, *CM* *Meynert*'sche Commissur, *Coa* Commissura anterior, *Com* Commissura media, *Cstr* Corpus striatum, *Fcl* Columna fornicis, *H* Habenula, *I* Insel, *Lml* Lamina medullaris lateralis und *Lmm* Lamina medullaris medialis thalami, *Na* Nucleus anterior, *Nl* Nucleus lateralis und *Nm* Nucleus medialis thalami optici, *T* Schläfenlappen, *ust* unterer Stiel des Thalamus, *Vstc* Vena striae corneae, *V 3* dritter Ventrikel.

und medial an Ausdehnung gewinnt und jene Gegend erreicht, wo wir die Ausstrahlungen aus dem vordersten Abschnitte des rothen Kernes *Ntg* suchen müssen; dieses Gebiet erstreckt sich weiterhin nahezu bis an die Wandung des dritten Ventrikels. Es muss hervorgehoben werden, dass über die Regio subthalamica noch recht unklare Anschauungen herrschen. *Forel* unterscheidet denjenigen Theil dieser Gegend, welcher dem Corpus subthalamicum zunächst liegt (Zona incerta), von dem oberen, an Mark reicheren Abschnitt.

An dem Querschnitt, Fig. 133, sehen wir ferner noch oben neben dem Thalamus opticus die Stria cornea mit ihrer grossen Vene *(Vstc)*, und noch weiter lateralwärts den Schweif des geschwänzten Kernes *(Cstr)*.

Endlich wäre noch der dem Hirnschenkelfusse enge anliegende Tractus opticus *(II)* zu erwähnen.

Die nächstfolgende Fig. 134 zeigt uns Thalamus opticus und Linsenkern in ihrer grössten Entwickelung. Nach aussen von letzterem sind an diesem Schnitte auch die Capsula externa, *Ce*, die Vormauer, *Cl* (Claustrum), die Capsula extrema, *Cex*, und die Inselrinde, *I*, erhalten.

Im Thalamus opticus sehen wir wieder die beiden Laminae medullares, *Lml* und *Lmm*; durch die Lamina medullaris medialis zerfällt er in einen lateralen Kern *(Ne)* und einen medialen Kern *(Nm)*; ausserdem grenzt sich aber bereits der vordere Kern *(Na)* deutlich ab. Das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel ist als runder Querschnitt im lateralen Kern zu sehen.

Ventral vom Linsenkern sehen wir den Querschnitt der vorderen Commissur, die hier noch schief nach rückwärts zieht, und erst weiter vorne sich quer gegen die Mittellinie wendet. Ausserdem treffen wir aber ventral von den beiden inneren Gliedern des Linsenkernes auch zahlreiche Fasern, welche medianwärts ziehen, an der Spitze des Linsenkernes angelangt sich im Bogen aufwärts wenden, das ventrale Ende der inneren Kapsel *(Ci)* umstreichen und in jenes Gebiet einstrahlen, das wir im Allgemeinen als Regio subthalamica bezeichnet haben: Ansa lenticularis, *Al* (Linsenkernschlinge). Die Gesammtheit aller jener Fasern, welche die innere Kapsel (respective den Hirnschenkelfuss) an dieser Stelle umstreichen, wird als Hirnschenkelschlinge, Ansa peduncularis, bezeichnet; die beiden wichtigsten Bestandtheile der Hirnschenkelschlinge sind die eben beschriebene Linsenkernschlinge, sowie ein zweiter Faserzug, welcher zwischen *Vicq d'Azyr*'schem Bündel und der Columna fornicis *(Fcl)* nach aufwärts in den medialen Thalamuskern strahlt, der untere Stiel des Sehhügels, *ust* (unterer oder innerer Stiel von *Meynert* und *Wernicke*); seine Fasern stammen vielleicht theilweise aus den beiden inneren Gliedern des Linsenkernes, ein jedenfalls grösserer Theil von Fasern, der sich ventral von den genannten Gliedern des Linsenkernes ansammelt, wird aber anderen Zielen zustreben.

An der Gehirnbasis liegt nun die Sehnervenkreuzung (Chiasma nervorum opticorum), *Ch*; oberhalb derselben in der schmalen grauen Substanz verlaufen einige Bündelchen dickerer Fasern, die *Meynert*'sche Commissur, *Cm*. Ausserdem findet man unter dem dritten Ventrikel

noch andere feinere Fasern, welche sich hier kreuzen und gegen den Thalamus opticus hinaufstreben: die *Forel*'sche Kreuzung.

Der dritte Ventrikel zerfällt durch die mittlere Commissur *(Com)* in zwei übereinanderliegende Abtheilungen.

An der nächsten Figur (135) hat der Thalamus opticus, von dem nur mehr der vordere Kern *(Na)* und die Gitterschicht des lateralen Kernes *(Nl)* vorhanden sind, zu Gunsten des Corpus striatum

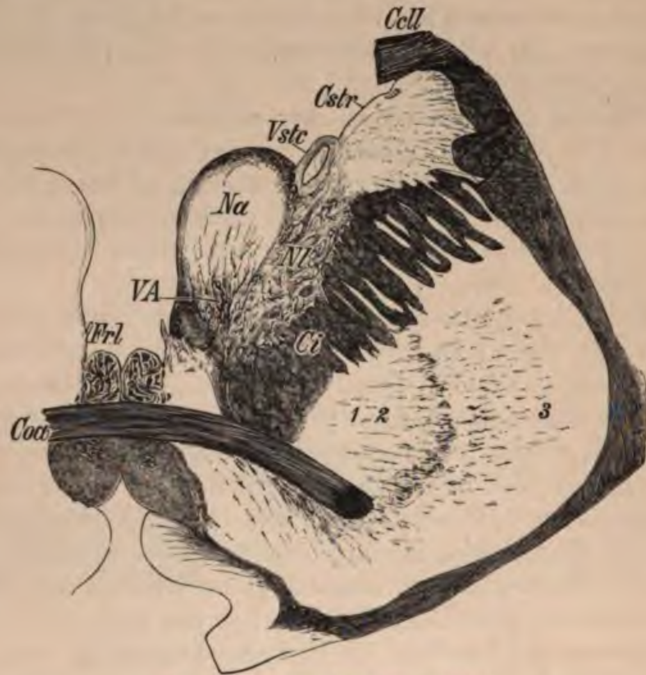


Fig. 135. Querschnitt Fig. 113 *v*.
1 2 3 Die drei Glieder des Linsenkernes, *Ccll* Corpus callosum, *Coa* Commissura anterior, *Cstr* Corpus striatum, *Frl* Columna fornicis, *Na* Nucleus anterior, *Nl* Nucleus lateralis thalami, *VA* *Vicq d'Azyr*'sches Bündel, *Vstc* Vena striae corneae.

(Cstr) sehr abgenommen. In den vorderen Thalamuskern sieht man das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel eintreten, die innere Kapsel *(Ci)* ist durch zahlreiche Verbindungsbrücken zwischen Streifenhügel und Linsenkern, und zwar dessen äusserstem Gliede *(3)*, dem Putamen, durchzogen.

Das Putamen setzt sich gegen die Hirnbasis weit hinab fort, und ist hier nicht scharf abzugrenzen. Am auffälligsten an diesem Schnitte ist die mächtige vordere Commissur *(Coa)*, an welche sich die Querschnitte der beiden Fornixsäulen *(Frl)* anlagern.

An diesem Schnitte wäre noch zu erwähnen das Stückchen Balken *(ccll)*, welches oberhalb des Schweifkernes zu sehen ist. Die Hauptmasse des Balkens war schon vorher weggeschnitten worden.

Auf Schnitten, welche weiter nach vorne liegen, hat der Kopf des Schweifkernes den Thalamus opticus bereits vollständig verdrängt; ersterer ist mit dem allein noch vorhandenen dritten Gliede des Linsenkernes durch noch zahlreichere und breitere Brücken verbunden. Von der Unterfläche des Balkens zieht das Septum pellucidum jederseits nahe der Mittellinie herab.

Rückt man mit den Schnitten noch näher gegen den Frontalpol zu, so verschwindet zuerst der Linsenkern, dann auch der Schweifkern; in der Mittellinie trifft man die Umbeugungsstelle des Balkenknies, und wenn man schliesslich über diese hinausgelangt ist, fällt der Schnitt durch die beiden nun vollkommen voneinander getrennten Stirnlappen.

Es ist äusserst vortheilhaft, alle jene Faserzüge, Zellgruppen u. s. w., die wir an einer Succession von Querschnitten kennen gelernt haben, auch von einer anderen Seite her zu betrachten; die körperliche Vorstellung wird in hohem Grade dadurch gefördert, dass man nun Schnitte in einer anderen Richtung anfertigt.

Hiezu empfiehlt sich am meisten eine Schnittebene, welche der Medianebene parallel ist.

Man nehme einen gut vorgehärteten Hirnstamm, etwa bis gegen die vordere Commissur nach vorne hin reichend, und schneide circa 1 bis $1^1/_2$ Centimeter seitlich der Mittellinie mittelst eines der Medianebene parallelen Schnittes einen Theil der einen Seite weg.

Diese Schnittfläche dient dann später nach genügender Celloidindurchtränkung als Basis zum Aufkleben des ganzen Stückes auf den Kork oder Holzklotz. Den caudalen Theil des Präparates, die ohne Unterstützung frei herausragende Medulla oblongata, wird man zweckmässig durch Auspolstern mit Photoxylin unterstützen. Zum Verständniss vieler Verhältnisse, wie sie sich auf solchen Längsschnitten darbieten, dient Fig. 136, welche halbschematisch gehalten ist; sie ist nämlich gewissermassen die Combination aus mehreren Schnitten, welche alle parallel der Medianebene, aber in etwas verschiedener Entfernung von ihr (etwa 2 bis 4 Millimeter), ausgeführt wurden.

Besonders schwierig ist es, Basalschnitte anzufertigen; damit sollten solche Schnitte bezeichnet werden, die in einer der Gehirnbasis parallelen Ebene ausgeführt wurden.

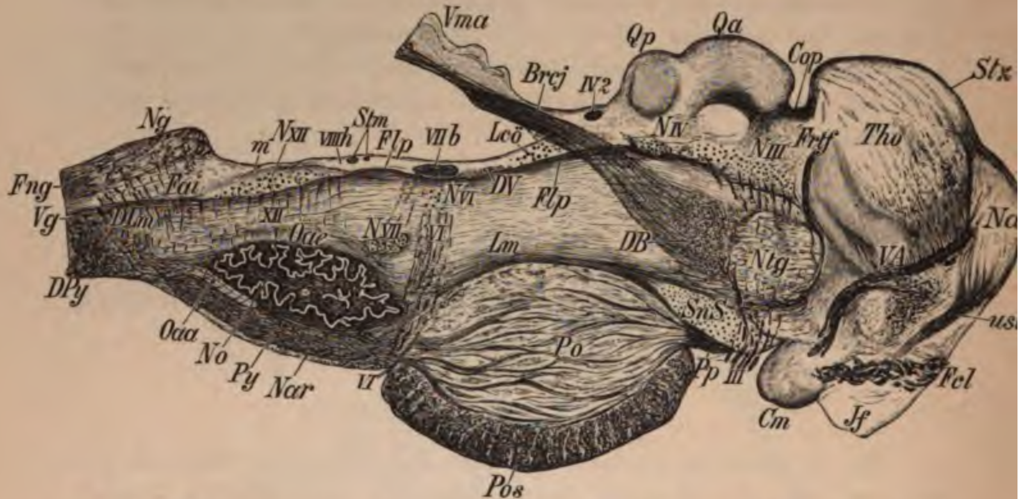


Fig. 136. Halbschematischer Sagittalschnitt durch den Hirnstamm, Färbung nach *Pal.* Vergrösserung 2.

III Nervus oculomotorius, *IV2* Kreuzung des N. trochlearis, *VI* Nervus abducens, *VIIb* aufsteigender Facialisschenkel, *VIIIh* dreieckiger Akusticuskern, *XII* Nervus hypoglossus, *Brcj* Bindearm, *Cm* Corpus mammillare, *Cop* Commissura posterior, *DB* Bindearmkreuzung, *DLm* Schleifenkreuzung, *DPy* Pyramidenkreuzung, *DV* Gekreuzte Bündel des N. trigeminus, *Fai* Fibrae arcuatae internae, *Fcl* Columna fornicis, *Fng* Funiculus gracilis, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior, *Frtf* Fasciculus retroflexus, *Jf* Infundibulum, *Lcö* Locus coeruleus, *Lm* Schleife, *m* dorsales Längsbündel oberhalb des Hypoglossuskernes, *Na* vorderer Kern des Thalamus opticus, *Nar* Nucleus arcuatus, *Ng* Nucleus gracilis, *No* Olivenkern, *Ntg* Nucleus tegmenti, *NIII* Oculomotoriuskern, *NIV* Trochleariskern, *NVI* Abducenskern, *NVII* Facialiskern, *NXII* Hypoglossuskern, *Oaa* vordere Nebenolive, *Oae* äussere Nebenolive, *Po* Pons, *Pos* oberflächliche Brückenfasern, *Pp* Pes pedunculi, *Py* Pyramide, *Qa* vorderer Vierhügel, *Qp* hinterer Vierhügel, *SnS* Substantia nigra Soemmeringi, *Stm* Striae medullares acustici, *Stz* Stratum zonale thalami, *Tho* Thalamus opticus, *ust* unterer Thalamusstiel, *VA* *Vicq d'Azyr*'sches Bündel, *Vg* Vorderstranggrundbündel, *Vma* Velum medullare anterius. — Um die Zeichnung nicht mit Buchstaben zu überladen, ist Manches, was der Schnitt zeigt, nicht ausdrücklich bezeichnet; es sei beispielsweise auf die im Querschnitte getroffene Facialiskreuzung (unter *VIIb*) oder auf das ebenfalls leicht angedeutete Corpus trapezoides hingewiesen (wo die Abducensbündel die Schleife durchbrechen).

Da am menschlichen Gehirn derartige Schnitte für das Mittel- und Nachhirn eine sehr unzweckmässige Richtung hätten, so wählt man lieber als Ausgangspunkt den Boden des vierten Ventrikels und trachtet, diesem parallel zu schneiden. Auch fällt es dabei recht

schwer, eine passende Fläche zum Aufkleben des ganzen Stückes zu gewinnen; entweder muss man auf die Vierhügel verzichten oder auf einen Theil der ventralen Gebilde, da man an einer Seite zur Herstellung einer wenn auch nicht grossen Basis etwas von der Hirnsubstanz wegschneiden muss. Man wird ausserdem die erwähnte Auspolsterung mit Photoxylin kaum entbehren können.

Hat man die Frontalschnitte und eine Sagittalserie durchgearbeitet, dann wird auch das Verständniss der Basalreihe keine besonders grossen Schwierigkeiten verursachen.

SECHSTER ABSCHNITT.

Faserzüge und Bahnen.

A. Rückenmarksbahnen.

Wir sind in den Besitz einer continuirlichen Reihe von Querschnitten, eventuell auch Längs- oder Basalschnitten, des Centralnervensystems — vom Filum terminale angefangen bis zum vorderen Theile der Grosshirnhemisphären — gelangt; wir haben an ihnen das nothwendigste Materiale gewonnen, um einerseits den Verlauf der verschiedenen Faserstränge zu studiren, andererseits auch die feineren Structurverhältnisse zu untersuchen; bisher hatten wir uns aber darauf beschränkt, nur den gröberen topographischen Veränderungen des Querschnittbildes unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Wir wollen nun damit beginnen, die einzelnen Fasergebiete, die im Rückenmark zu unterscheiden waren, der Reihe nach möglichst weit cerebralwärts zu verfolgen, und erinnern dabei an dasjenige, was bereits pag. 214 u. ff. im Allgemeinen über Faserzüge und Bahnen gesagt worden ist. Es sei an diesem Orte speciell darauf aufmerksam gemacht, dass es gar nicht in der Absicht dieser Anleitung liegen kann, sämmtliche bisher beschriebenen, namentlich alle nicht sicher gestellten und anscheinend weniger wichtigen Faserbeziehungen anzuführen.

1. Die Pyramidenbahnen (Fig. 137).

Wir haben im Rückenmark die Pyramidenseitenstrangbahn, *PyS*, und die Pyramidenvorderstrangbahn, *PyV*, kennen gelernt.

Der **Pyramidenseitenstrang** nimmt vom caudalen Ende des Rückenmarkes angefangen nahezu constant an Querschnitt zu. Wir haben uns vorzustellen, dass ein Theil jener Fasern, die wir aus dem lateralen Rande der grauen Substanz austreten sehen, den *PyS* bildet, respective ihn fortwährend vergrössert. Da wir mit aller Wahr-

scheinlichkeit voraussetzen dürfen, dass diese Fasern aus den grossen Vorderhornzellen, wenn auch vielleicht durch Vermittlung eines ein-

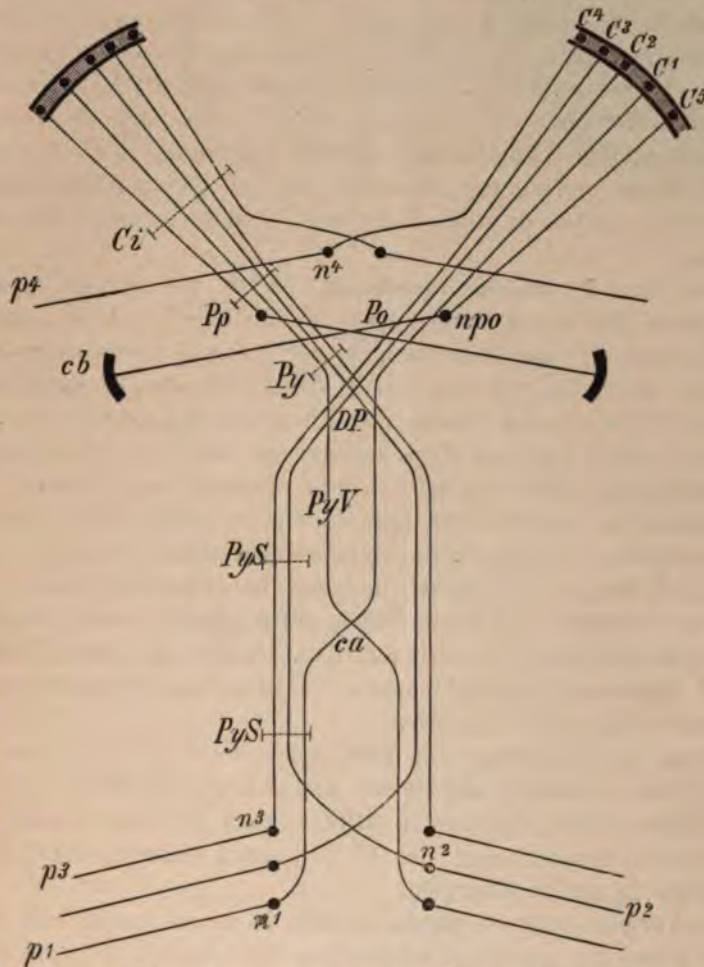


Fig. 137. Schema der Pyramidenbahnen. p_1 p_2 p_3 Körperperipherie, n_1 n_2 n_3 spinale Ursprungskerne, *PyS* Pyramidenseitenstrangbahn, *PyV* Pyramidenvorderstrangbahn, *ca* vordere Rückenmarkscommissur, *DP* Pyramidenkreuzung, *Py* Pyramiden, *Pp* Hirnschenkelfuss, *Ci* Capsula interna, *Po* Pons, *npo* Brückenkerne, *cb* Kleinhirn, p_4 von Hirnnerven versorgter Theil der Körperperipherie, n_4 Ursprungskern eines Hirnnerven, C_1 bis C_5 Grosshirnrinde.

geschobenen Fasernetzes, stammen, so ergibt sich schliesslich, dass im *PyS* hauptsächlich solche Fasern cerebralwärts verlaufen, welche als indirecte (durch die Vorderhornzellen unterbrochene) Fortsetzung der gleichseitigen vorderen Rückenmarkswurzeln, *p 1*, *p 3* (Fig. 137)

anzusehen sind. Ausserdem ist aber anzunehmen, dass auch die Wurzeln der anderen Körperseite *p2*, wenn auch weitaus weniger, im *PyS* vertreten sind. Wir haben wenigstens gesehen, dass einzelne Wurzelfasern direct durch die weisse Commissur zur anderen Rückenmarkshälfte gelangen, um dort vorzüglich in der medialsten Zellgruppe des Vorderhornes zu enden. Demnach würde jeder *PyS* aus einer bedeutenderen Summe von Fasern für die von den betreffenden Querschnittsstellen caudalwärts gelegenen Muskeln derselben Seite, und aus einem geringeren Antheile für die gleichen Muskeln der anderen Seite bestehen; beide Faserarten sind aber innig miteinander vermischt.

Von dem **Pyramidenvorderstrange** haben wir gehört, dass er zum grössten Theile aus Fasern bestehen dürfte *n1 – C1*, die, aus dem *PyS* der anderen Seite stammend, in der weissen Commissur *ca* die Mittellinie überschreiten und somit die Pyramidenkreuzung schon in einem beträchtlichen Theile des Rückenmarkes vorbereiten. Die Möglichkeit eines weiteren Faserzuzuges zu dem *PyV* direct aus den Vorderhornzellen derselben Seite wurde ebenfalls zugegeben.

Im Gebiete des zweiten Cervicalnerven beginnt die Kreuzung der Pyramidenseitenstränge, die **Pyramidenkreuzung** (Decussatio pyramidum), *DP*. Sie ist histologisch dadurch charakterisirt, dass die verschiedenen cerebral- und medianwärts aufsteigenden, sich kreuzenden Bündel nicht in einzelne Fasern zerfallen, sondern zu breiten Bündeln vereinigt bleiben; es entsteht somit ein ganz eigenthümliches Querschnittsbild (Fig. 114, 115, 136).

Durch die Kreuzung hat sich jeder *PyV* mit dem *PyS* der anderen Seite vereinigt und bildet dadurch die **Pyramide**, *Py*; doch spricht Vieles dafür, dass ein allerdings ganz geringer Antheil der Pyramidenseitenstrangfasern sich nicht kreuzt, sondern direct in die gleichseitige Pyramide übergeht.

Das Verhalten der Pyramidenstränge im Rückenmark und innerhalb der Kreuzung unterliegt zahlreichen individuellen Schwankungen. *Flechsig* hat darüber sehr ausführliche Mittheilungen gemacht. In der Mehrzahl der Rückenmarke (75 Procent) findet sich jederseits ein *PyS* und ein *PyV*, und zwar pflegt ersterer bedeutend grösser zu sein, so dass unterhalb der Kreuzung auf den *PyS* meist 97 bis 91 Procent aller Pyramidenfasern, auf den *PyV* nur 3 bis 9 Procent entfallen. Allein dieses Verhältniss ist ein äusserst variables; es kann geschehen, dass alle Pyramidenfasern sich kreuzen (totale Decussation in 11 Procent aller Rückenmarke) und demnach gar kein *PyV* zu Stande kommt; diese totale Decussation kann aber auch die Pyramidenfasern nur einer Seite betreffen. Es kommt ferner, allerdings viel

seltener, auch vor, dass bis neun Zehntel der Pyramidenfasern im gleichseitigen Vorderstrange verbleiben, und nur ein Zehntel derselben zur Bildung des contralateralen *PyS* die Mittellinie überschreitet. In letzterem Falle wird der betreffende Seitenstrang in demselben Verhältnisse abnorm klein erscheinen, als der andere Vorderstrang durch seine Stärke auffällt. Eine symmetrische Anordnung der Pyramidenbahnen im Rückenmarke trifft nur in 60 Procent zu, während in 40 Procent die Pyramiden sich nicht beiderseits im gleichen Verhältnisse in *PyV* und *PyS* spalten.

Die Pyramiden ziehen nun nach vollendeter Kreuzung als compacte Stränge an der ventralen Seite der Medulla oblongata cerebralwärts, bis die Brückenfasern, *Po*, sie bedecken und weiterhin vielfach zerklüften. Jenes gewaltige Längsfaserbündel, welches am proximalen Rande der Brücke, anscheinend als Fortsetzung der Pyramiden, jederseits austritt, der **Hirnschenkelfuss** (Pes pedunculi cerebri, Crusta) *Pp*, übertrifft die Pyramiden aber so vielfach an Mächtigkeit, dass wir auf einen sehr reichlichen Faserzuwachs im Brückengebiete schliessen müssen. Direct lässt sich ein solcher Zuwachs (Fig. 138) nur *(1)* für das Bündel von der Schleife zum Hirnschenkelfusse nachweisen. Dieses schlingt sich aussen um den Hirnschenkelfuss bis zu dessen lateralen Rande herum, faisceau en écharpe *(Féré)*; es bleibt bei absteigender Degeneration anderer Antheile des Hirnschenkelfusses meist intact, und kann sich dann als weisses Band deutlich von den grauen Strängen, über welche es hinwegstreicht, abheben. Bei vielen Thieren bedeutet dieses Bündel übrigens einen, im Verhältniss zum schmächtigen Hirnschenkelfusse sehr bedeutenden Zuwachs; man sieht dann auch besonders deutlich, dass es bis an den lateralen Rand des Hirnschenkelfusses gelangt und erst dort cerebralwärts umbiegt (Fig. 129—130 *LmP*).

Ferner *(2)* lässt sich ein weiterer Zuwachs erwarten, welcher den im Brückengebiete, oder nahe davon, entspringenden motorischen Nerven angehört (Hypoglossus, Vagus, Glossopharyngeus, Facialis, Abducens, Trigeminus). In ähnlicher Weise, wie wir dies für die motorischen Rückenmarksnerven angenommen haben, wird nämlich auch für die genannten Nerven eine Verbindung mit der Pyramidenbahn, respective deren Fortsetzung, den Fasern des Hirnschenkelfusses, bestehen müssen, welche bis an die Hirnrinde heranreicht (centrale Bahn der motorischen Hirnnerven). Nachdem aber die Pyramidenkreuzung bereits vorüber ist, so wird der grösste Theil der hier in Betracht kommenden Fasern erst noch die Mittellinie überschreiten müssen. Dies geschieht in der Raphe. Die von den motorischen Kernen kommenden Fasern ziehen als Fibrae rectae

in der Raphe ventralwärts, kreuzen sich hier unter spitzen Winkeln, bilden zwischen den sie durchflechtenden Brückenfasern die medialsten Längsfaserzüge und legen sich auch der Fortsetzung der Pyramidenbahn an ihrem medialen Rande an: Faisceau géniculé; letzteren Namen verdienen sie, weil wir sie, zu einem Bündel vereinigt, während einer Strecke ihres weiteren Verlaufes im Knie der inneren Kapsel antreffen werden (Fig. 139 *2*).

Auch der Nervus oculomotorius ist weiter cerebralwärts in ähnlicher Weise mit den Pyramidenbahnen, respective der Hirnrinde in Verbindung gebracht, so dass also für alle motorischen Hirnnerven die Analogie in dem Verlaufe der centralen Bahn hergestellt erscheint.

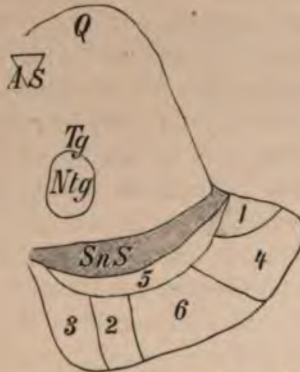


Fig. 138. Schema des Hirnschenkels. *AS* Aquaeductus Sylvii, *Q* Vierhügel, *Tg* Tegmentum, *Ntg* Rother Kern der Haube, *SnS* Substantia nigra Soemmeringi, *1—6* Pes pedunculi, *1* Bündel von der Schleife zum Fusse, *2* centrale Bahn der weiter spinalwärts entspringenden motorischen Hirnnerven, *3* frontale Brückenbahn, *4* sensibler Antheil des Hirnschenkelfusses, *5* dorsale Grenzschicht des Hirnschenkelfusses, *6* Pyramidenbahn.

Die Hauptmasse der innersten (medialsten) Fasern des Hirnschenkelfusses *(3)* scheint im Bereiche der Brücke zu enden; wir werden sie weiterhin gegen die vorderen Antheile des Grosshirns hin verfolgen können: Frontale Brückenbahn (Faisceau cortico-bulbaire, vordere Grosshirnbrückenbahn). *Zacher* leugnet allerdings diese Beziehung der medialen Hirnschenkelfasern zum Stirnhirn. Dieser Strang degenerirt bis in die Brücke hinein, aber nicht weiter, nach Erkrankungen des Stirnhirns oder des vorderen Theiles der inneren Kapsel; meist bleibt jedoch ganz am medialen Rande des Hirnschenkelfusses ein dünner Faserzug von der Degeneration verschont, so dass wir für diesen einen besonderen, nicht näher bekannten Verlauf annehmen müssen.

Die lateralen Bündel des Hirnschenkelfusses *(4)* werden gewöhnlich als sensible Bahnen angesehen; ihr weiterer Verlauf spinalwärts durch die Brücke ist, wenn sie nicht schon in der Brücke selbst gänzlich ihr Ende finden, was sehr wahrscheinlich ist, ebenfalls noch unbekannt. Sie stammen aus den hinteren Theilen der Hemisphären, dem Parietal-, Occipital- und Temporallappen. Sie pflegen auch bei secundärer, absteigender Degeneration des Hirnschenkels verschont zu bleiben,

doch sind auch sie ausnahmsweise in eine ausgebreitete absteigende Degeneration in dieser Gegend mit einbezogen, ein Umstand, der gegen ihre sensible Bedeutung sprechen könnte. Die Bezeichnung dieser Bündel als *Türck*'sche Bündel, wie dies mitunter geschieht, wäre zu vermeiden, da man sonst allgemein dem *PyV* diesen Namen gibt. Die von der Rinde des Temporallappens hier gegen die Brücke ziehenden Bündel kann man, insoferne sie in den Brückenganglien enden, als temporale Schläfenbahn bezeichnen. Sie soll zu den dorsal gelegenen Gangliengruppen der Brücke gelangen *(Jelgersma)*, während die frontale Brückenbahn in den ventral von den Pyramidenquerschnitten gelegenen Brückenganglien enden würde.

Es ist aber nicht wahrscheinlich, dass mit den genannten Faserzügen auch bereits die sämmtlichen Verbindungen zwischen Brücke und Grosshirn — sei es auf dem Wege des Hirnschenkelfusses oder durch Haubenbahnen — erschöpft sind.

Betrachten wir einen Querschnitt durch die Brücke, so finden wir neben den quergetroffenen Bündeln, welche von der Medulla zum Gehirn aufsteigen, und neben jenen aus dem Kleinhirn stammenden Brückenfasern, welche hier der Länge nach getroffen erscheinen, noch zahlreiche ganz unregelmässige Anhäufungen grauer Substanz, die bereits erwähnten Brückenkerne, welche sehr reich an mittelgrossen Ganglienzellen sind. Es ist nun ziemlich sichergestellt, dass viele Brückenfasern, welche jeder Brückenarm aus einer Kleinhirnhemisphäre zuführt, in solchen grauen Massen, *npo* (Fig. 137), enden, und ihre weitere Fortsetzuug in cerebralwärts aufsteigenden Fasern (z. B. in der frontalen Brückenbahn) finden, welche sich dem Hirnschenkelfusse anschliessen. Beim Kaninchen enden die Fibrae transversae pontis im distalen Theile der Brücke hauptsächlich in den Kernen derselben Seite, während sie im oberen Theile der Brücke grösstentheils die Mittellinie überschreiten und in den contralateralen grauen Massen enden *(Mingazzini)*. Wir haben also damit eine Verbindung zwischen Grosshirn und Kleinhirn, welche aber beim Menschen zum grössten Theile eine gekreuzte ist.

Uebrigens kann sich dieser Verlauf nur auf einen Theil der Brückenfasern beziehen, was alsbald ersichtlich wird, wenn man bedenkt, dass der Querschnitt des Brückenarmes eher grösser ist, als der des gesammten Hirnschenkelfusses. Ueber das Schicksal der anderen Brückenfasern sind wir nur theilweise aufgeklärt. *Bechterew* hat an embryonalen Gehirnen den directen Nachweis geführt, dass nicht alle Brückenfasern gleichwerthig sind, da sie zu sehr verschiedenen Zeiten ihre Markumhüllung erhalten, sowie dass in der That nicht alle gekreuzten Brückenfasern in der Brücke selbst die

Mittellinie überschreiten. Ein Theil der aus dem Kleinhirn in die Brücke ziehenden Fasern wendet sich nämlich dorsalwärts und gelangt somit (durch die Raphe der Brücke) in die Raphe der Haubenregion, wo er in einer beiderseits der Raphe gelegenen Anhäufung von Ganglienzellen (Nucleus reticularis tegmenti pontis) seinen vorläufigen Abschluss finden soll (Fig. 122, *Nrtg*). Die Fasern des Stratum profundum pontis, welche sich dorsalwärts wenden, sollen den medialen Theil der Haubenraphe derselben Seite einnehmen, während solche Fasern, welche aus dem Stratum complexum pontis aufsteigen, dabei aber die Mittellinie überschreiten, den lateralen Theil der entgegengesetzten Haubenraphe einnehmen *(Mingazzini)*. Mit diesem Autor müssen wir übrigens annehmen, dass wenigstens ein Theil dieser Brückenfasern nicht im Nucleus reticularis endet, sondern in der Schleife aufwärts, vielleicht zu den vorderen Vierhügeln zieht.

Die dorsale Grenzschichte des Hirnschenkelfusses gegen die Substantia nigra hin *(5)* besteht aus dünnen Fasern, welche nach *Meynert* aus den Zellen der letztgenannten grauen Masse stammen sollen und daher von ihm als Pedunculus substantiae nigrae bezeichnet werden. Sie ziehen gegen die Brücke herab und verlieren sich dort in dem Gebiete der Haube.

Für die eigentliche Fortsetzung des *PyS* und *PyV* bleibt demnach eine Abtheilung des Hirnschenkelfusses übrig *(6)*, welche, wenn wir ihn in drei Theile theilen, etwa seinem mittleren Dritttheile (nach *Charcot* den beiden mittleren Vierttheilen, nach *Zacher* aber nur dem zweiten Vierttheile von der Seite her gerechnet) entspricht. Innerhalb dieses Gebietes *(6)* nehmen die Bündel für die obere Extremität wahrscheinlich den medialen Theil, die Bündel für die untere Extremität den lateralen Bezirk ein.

Durch den keineswegs ganz parallelen, vorzüglich cerebralwärts divergirenden Verlauf der Fasern im Hirnschenkelfusse kann es leicht geschehen, dass manche degenerirte Bündel in der Tiefe versteckt bleiben; dadurch findet sich auch ferner bei absteigender Degeneration der Pyramidenbahnen häufig von aussen am Hirnschenkel nur ein dreieckiges Feld grau verfärbt, das mit seiner Spitze die Brücke erreicht, während seine Basis dem Tractus opticus anliegt.

Wir müssen nun den weiteren Verlauf der Pyramidenbahn im Grosshirn verfolgen und wollen gleichzeitig unter Einem auch die übrigen Bestandtheile des Hirnschenkelfusses in Betracht ziehen.

Wir haben erfahren, dass der Hirnschenkelfuss, indem er zwischen die grauen Massen des Zwischen- und Vorderhirns eindringt, zur inneren Kapsel (*Ci*, Fig. 137) wird. Es findet dabei keine eigentliche Umlagerung der Fasern statt; wir können uns vorstellen (vgl. Fig. 138

und 139), dass der gesammte Hirnschenkelfuss eine geringe Wendung vornimmt, in der Weise, dass die innersten, medialsten Fasern am Horizontalschnitte durch die innere Kapsel die vordersten werden, während die lateralen Fasern deren hinterste Partien bilden. Das vordere Glied der inneren Kapsel besteht aber nur in seinem hinteren Abschnitte aus Fussfasern; während nahezu seine ganze vordere Hälfte durch einen Faserzug, *s*, eingenommen wird, den wir späterhin als vorderen Stiel des Sehhügels kennen lernen werden. Hinter diesem folgt dann die frontale Brückenbahn, *3*, hierauf in der Gegend des Knies der inneren Kapsel die cerebrale Verbindung der motorischen Hirnnerven (centrale Bahnen der motorischen Hirnnerven, cortico-bulbäre Bahnen), *2* (Fig. 137, *p4*—*n4*—*C4*), und weiterhin die Fortsetzung der Pyramidenbahn im engeren Sinne des Wortes, *6*, und zwar verlaufen im vorderen Theile des Feldes die Fasern für die obere Extremität (cortico-brachiale Bahnen), während die hintere Hälfte von Bündeln für die untere Extremität (cortico-crurale Bahnen) eingenommen wird. Im letzten Dritttheil des hinteren Gliedes der inneren Kapsel treffen wir schliesslich ein zur Leitung von Sinneseindrücken bestimmtes Gebiet, *4*, dessen Fasern den lateralen Theil des Hirnschenkelfusses gebildet hatten. In diesem Querschnittsfelde *(4)* werden sich wahrscheinlich auch Fasern finden, die dem N. opticus und N. olfactorius angehören, welche beiden Nerven aber im Hirnschenkelfusse, wenn überhaupt, jedenfalls in anderer Weise repräsentirt sind, als dies für die weiter unten entspringenden sensiblen Nerven der Fall ist. Da nun in dieser Gegend der inneren Kapsel die verschiedenen sensiblen Bahnen zusammentreffen, bezeichnet man diese Stelle auch als carrefour sensitif.



Fig. 139. Horizontalschnitt durch die innere Kapsel. *Nc* Nucleus caudatus, *Nlf 1 2 3* die drei Glieder des Linsenkernes, *Tho* Thalamus opticus, *2* Bahn der motorischen Hirnnerven, *3* frontale Brückenbahn, *4* sensible Bahnen, *6* Pyramidenbahn, *s* vorderer Stiel des Sehhügels.

Von anderen Faserzügen, die noch in der inneren Kapsel vorhanden sind, wird später die Rede sein. *Flechsig* macht übrigens auf den wichtigen Umstand aufmerksam, dass die einzelnen Faserbündel, während sie auf ihrem Wege aufwärts die innere Kapsel durchziehen,

ihre Lage gegen das Kapselknie verschieben, so dass beispielsweise das Feld 2 nicht immer wie in Fig. 139 genau dem Knie entspricht.

Sobald die uns hier beschäftigenden Theile der inneren Kapsel aus dem sie einzwängenden Engpasse zwischen den grauen Centralmassen des Gehirns herausgetreten und in das weite Feld der centralen Hauptmasse des Grosshirnmarkes, in das Centrum semiovale Vieusseni, eingetreten sind, strahlen sie alsbald nach allen Seiten — ebenfalls wieder ohne grosse Verlagerung der Fasern — auseinander, um die Hirnrinde in den verschiedenen Gegenden der Hemisphäre zu erreichen; sie bilden dadurch einen Theil des Stabkranzes, Corona radiata Reilii.

In welcher Weise das aus der Schleife stammende Bündel (Fig. 138 *1*) — wahrscheinlich im hinteren Theile der inneren Kapsel und weiterhin im Stabkranze — vertreten ist, kann nicht angegeben werden.

Die Fasern der frontalen Brückenbahn gelangen nach vorne zum Stirnhirn und Schweifkern, die der temporalen Brückenbahn ziehen zum Schläfenhirn, die Bündel der Pyramidenbahn enden in den Centralwindungen, dem Lobulus paracentralis und dem vorderen Theile des Scheitellappens, während die hintersten Kapselfasern sich nach hinten zum hinteren Theil des Scheitellappens, zum Occipitalhirn (Sehstrahlungen, sagittales Marklager des Hinterhautlappens) und auch ventralwärts gegen den Schläfenlappen wenden.

Wo immer die Pyramidenbahn in ihrem Verlaufe oder ihrem Ausbreitungsbezirke in der Hirnrinde durch eine Läsion unterbrochen werde, bildet diese den Ausgangspunkt einer absteigenden Degeneration, welche ununterbrochen das Rückenmark durchzieht, aber die Vorderhornzellen nicht mehr ergreift. Doch findet man im Bereiche der Degeneration am Querschnitt fast immer eine nicht unbeträchtliche Anzahl erhaltener Fasern zerstreut, die vielleicht ein von den Pyramiden unabhängiges System darstellen *(Bechterew)*.

Die Pyramidenbahn ist demnach ein langer Faserzug, welcher die Hirnrinde, und zwar speciell jene Theile derselben, denen wir motorische Functionen zuschreiben, ohne Unterbrechung mit dem Ursprungsgebiete der motorischen Nervenwurzeln verbindet. Dies geschieht grösstentheils in gekreuzter, theilweise auch in ungekreuzter Weise. Die gesammte cortico-musculäre Bahn besteht also aus zwei Abtheilungen: 1. Der Pyramidenbahn (Fig. 137), *C—n*; 2. den peripheren motorischen Nerven, *n—p*; zwischen beiden Abtheilungen ist für jede Faser zum mindesten eine Vorderhornzelle, *n* (respective eine entsprechende Zelle der Medulla oblongata) eingeschaltet; nicht ausgeschlossen ist es aber, dass dieses Verbindungsstück, welches im Schema

Fig. 137 blos durch eine Zelle angedeutet erscheint, complicirter gebaut ist, dass mehrere Nervenzellen, oder ein Nervengeflecht eingefügt sind. Jedenfalls sind die Vorderhornzellen durch ihre zahlreichen Fortsätze auch untereinander (aber nur vermittelst eines feinen Netzwerkes), sowie mit solchen Nervenbahnen in Verbindung gebracht, die die Beziehungen zum Kleinhirn und den grossen Centralganglien des Grosshirns, sowie zu sensiblen Gebieten vermitteln.

Meynert hat hervorgehoben, dass der Querschnitt des Hirnschenkelfusses im Gebiete des Hirnschenkels beim Menschen im Vergleiche mit allen Säugethieren bedeutend über den Haubenquerschnitt überwiegt, eine Thatsache, die von grosser Wichtigkeit ist und gerade hier deswegen erwähnt werden muss, weil ja die Pyramidenbahnen einen sehr beträchtlichen Antheil des Hirnschenkelfusses ausmachen. *Spitzka* will gefunden haben, dass nicht nur der extremitätenlose Delphin, sondern auch der Elephant gar keine und das Gürtelthier nur rudimentäre Pyramiden besitzen.

Dass bei manchen Thieren die Pyramidenbahnen im Rückenmark ganz oder theilweise im Hinterstrange verlaufen, wurde bereits (pag. 252) bemerkt.

Es ist nochmals darauf aufmerksam zu machen, dass die Pyramidenbahn zuerst im Centrum semiovale markhältig wird und dass während der Entwickelungsperiode die Markumhüllung in absteigender Richtung im Laufe mehrerer Wochen gegen das Lendenmark vorschreitet.

Meynert, Studien über die Bedeutung des zweifachen Rückenmarkursprunges aus dem Grosshirn. Wien. Sitzungsber. 60. Bd. 1869. *Flechsig*, Ueber Systemerkrankungen im Rückenmark. Leipzig 1878. *Spitzka*, The comparative Anatomy of the pyramid. Tract. Journ. of comp. med. 1886. *Lenhossék*, Ueber die Pyramidenbahnen. Anat. Anz. 1889. *Jelgersma*, Idiotie. Psych. Bladen 1887. *Flechsig*, Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen. Arch. für Anat. u. Phys. A Abth. 1881. *Mingazzini*, Intorno al decorso delle fibre appartenenti al pedunculus medius cerebelli. Arch. p. l. sc. med. 14. Bd. 1890. *Bechterew*, Zur Anatomie d. Schenkels des Kleinhirns, insbesondere der Brückenarme. Neur. Centralblatt. 1885. *Türk*, Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarkstränge. Wr. Sitzungsber. 1851 und 1853. *Charcot*, Léçons sur les localisations dans les maladies du cerveau, rec. par Bourneville. Paris 1876. *Bechterew*, Ueber die verschiedenen Lagen und Dimensionen der Pyramidenbahnen. Neur. Centralblatt. 1890. *Zacher*, Ueber drei Fälle von progressiver Paralyse. Arch. f. Psych. 19. Bd. *Zacher*, Beiträge zur Kenntniss des Faserverlaufes im Pes pedunculi. Arch. f. Psych. 22. Bd.

2. Die Hinterstränge und die von ihnen ausgehenden Bahnen.

Ein grosser Theil der Hinterstrangsfasern steht in directester Beziehung zu den hinteren Wurzeln; so verlaufen im *Burdach*'schen

Keilstrange zahlreiche Wurzelfasern, sowohl bogenförmig in der Querebene des Rückenmarkes, als auch cerebralwärts aufsteigend. Von Manchen werden zwar lange Bahnen in den Hintersträngen geleugnet, doch erlaubt der Umstand, dass die *Goll*'schen Stränge aufsteigend bis zu ihrem Kerne in der Medulla oblongata degeneriren, jedenfalls hier lange Bahnen anzunehmen.

Die aus physiologischen Gründen vielleicht zu supponirende, aber höchstens partielle gekreuzte Beziehung der Hinterstränge zu den hinteren Wurzeln wäre wohl kaum anders als durch Vermittlung der hinteren grauen Commissur und eventuell weiterhin durch das Septum posterius möglich.

In der Medulla oblongata schwellen die Hinterstränge, wie wir wissen, durch die Einlagerung grauer Massen (Nucleus funiculi gracilis und Nucleus funiculi cuneati) an, *Nc*, *Ng* (Fig. 136). Beide Kerne, auch kurzweg als Hinterstrangkerne bezeichnet, werden nach dem früher Erfahrenen (pag. 255) als sensible Kerne für das Muskelgefühl der Extremitäten anzusehen sein, und zwar bringt man den *Burdach*schen Kern in Beziehung zur oberen, den *Goll*'schen Kern zur unteren Extremität.

Die aus den besprochenen Kernen austretenden Bündel — also die indirecten Fortsetzungen der Hinterstränge — begeben sich, abgesehen von einigen weniger feststehenden Verbindungen, theils zu den Vierhügeln und ins Grosshirn (auf dem Wege der Schleife), theils ins Kleinhirn (vermittelst des Kleinhirnstieles, des Corpus restiforme). Diese beiden Verbindungen werden wir also gesondert zu betrachten haben.

a) Die Schleife.

Als Schleife (Lemniscus, Laqueus, Ruban de Reil) hat man ursprünglich jenes dreiseitige Feld bezeichnet, das vom hinteren Vierhügel angefangen ein Stück des Bindearmes bedeckt (Fig. 6, *Lm*); späterhin sind in den Begriff der Schleife verschiedene andere Fasersysteme miteinbezogen worden. Die Gesammtheit dieser Bahnen hat man auf mannigfache Art eingetheilt, ohne eine Einigung in der Auffassung und Nomenclatur zu erzielen. Es ist daher begreiflich, wenn man beim Studium der Schleife weniger wegen der Verwirrung der Fasern untereinander, als wegen der Verwirrung der Namen auf grosse Schwierigkeiten stösst. Wir werden zwei Hauptabtheilungen, eine mediale (obere) und eine laterale (untere) Schleife, unterscheiden. Uebrigens sind wir noch weit davon entfernt, genauen Einblick in den Ursprung und das Endschicksal aller Schleifenfasern zu besitzen;

sicher festgestellt erscheint der Zusammenhang eines Theiles der Schleife mit dem Hinterstrange des Rückenmarkes, daher die Schleife auch hier abgehandelt wird.

Wir haben gesehen, dass aus den Kernen des Hinterstranges (Nucleus funiculi gracilis, *Ng*, und funiculi cuneati, *Nc*) Fasern ventralwärts bogenförmig gegen die Mittellinie ziehen. Ein grosser Theil dieser Fasern, nämlich die am tiefsten spinalwärts gelegenen (Fig. 116), welche als schöne Bögen den Centralcanal umstreifen, sammeln sich nach ihrer Kreuzung, *DLm* (Schleifenkreuzung) dorsal von den Pyramiden zu der Olivenzwischenschichte oder Schleifenschichte (Fig. 116 u. ff., *Lm*), wozu sich noch Fasern aus dem Vorderstrange gesellen dürften. Diesen Zuwachs aus dem Vorderstrange fasst *Edinger* als centrale Bahn der sensiblen Rückenmarksnerven auf, entstanden durch Fasern, welche, aus dem Hinterhorn stammend, sich in der vorderen Commissur kreuzen und in den Vorderstrang gelangen.

In den Schnitten, welche dem Gehirn näher liegen (Fig. 117 und Fig. 118), ziehen die Fibrae arcuatae internae (*fai*) in feineren Bündeln und theilweise in weiteren Bögen herab; sie sammeln sich zum Theile dorsal von der eigentlichen Olivenzwischenschichte im mittleren Felde der Medulla oblongata (etwa bei *Sra*), und biegen hier cerebralwärts um. Ein anderer Theil dieser Fibrae arcuatae behält die quere Verlaufsrichtung bei und gelangt, wie wir später (pag. 334) sehen werden, zum Corpus restiforme der anderen Seite. Die aus den *Burdach*'schen Kernen austretenden Fibrae arcuatae umhüllen sich im siebenten Schwangerschaftsmonate mit Mark, die aus den *Goll*'schen Kernen erst im neunten Monate (*Edinger*).

Den Querschnitt der Schleife — es handelt sich hier zunächst immer um die mediale (obere) Schleife, da die laterale (untere) Schleife erst später (Fig. 126) hinzutritt — konnten wir im ventralen Theile der Haubenregion (dorsal von der Brücke), von queren Fasern des Corpus trapezoides, *Tr*, durchzogen (Fig. 121 u. ff.), ins Mittelhirn hinein verfolgen (Fig. 136, *Lm*). Dabei zeigte sich ein nahezu stetiges Anwachsen dieses Feldes. Es muss diese Vergrösserung durch Zuzug neuer Fasern erklärt werden, deren Herkunft zum Theile noch zweifelhaft ist. Es ist wahrscheinlich, dass zahlreiche Brückenfasern, welche, in der Raphe aufsteigend, die Schleife erreichen, einen Zuwachs aus dem Kleinhirn bringen (*Mingazzini*, vgl. pag. 324); von grösster Bedeutung ist aber wohl der Umstand, dass die meisten sensorischen Nervenkerne gekreuzte Verbindungen mit der Schleife besitzen, was sie, abgesehen von ihren bekannten Ursprüngen aus den Hintersträngen, weiterhin entschieden als sensorische Bahn charakterisiren würde. Ausserdem befinden sich

in der Nähe des medialen Schleifenquerschnittes zahlreiche kleinere Anhäufungen von Ganglienzellen (von *Roller* als Schleifenherde bezeichnet, Nuclei lemnisci mediales), welche als Ursprungsstätten von Schleifenfasern angesehen werden dürfen. *Bechterew* findet für die Schleife einen doppelten Zuwachs aus seinem Nucleus reticularis tegmenti pontis (Fig. 123), *Nrtg*; ein Theil der aus diesen Zellgruppen stammenden Bündel scheint sich zwar der lateralen Schleife zuzugesellen, während hingegen ein anderer durch feine Fasern ausgezeichneter Theil sich medial der Schleife anlegen soll.

Uebrigens wurden noch zahlreiche andere Faserarten, welche in die mediale Schleife gelangen sollen, beschrieben.

In den Austrittsebenen des Trigeminus, sobald dessen Ursprungskerne verschwinden, macht sich seitlich ein weiterer Theil der Schleife deutlich bemerkbar, die laterale Schleife. Dadurch, dass die der Mittellinie zunächst liegenden Antheile der medialen Schleife sich von den übrigen Bündeln dieses Gebietes immer mehr differenziren, zerfällt der Gesammtquerschnitt der Schleife weiterhin (Fig. 128) in drei Abtheilungen, und zwar: 1. das medialste Bündel, Bündel von der Schleife zum Hirnschenkelfuss genannt, *LmP*; 2. die eigentliche mediale Schleife, *Lm*; 3. die laterale Schleife, *Lml*. Letztere sieht man, den Bindearm bedeckend (die von aussen sichtbare Schleife), in den hinteren Vierhügel übergehen und sich oberhalb des Aquäductus theilweise kreuzen; sie heisst auch untere Schleife, weil die mediale Schleife noch weiter cerebralwärts, bis in den vorderen Vierhügel und ins Grosshirn zu verfolgen ist, demnach auch als obere Schleife bezeichnet wird. Der laterale Schleifenkern (Nucleus lemnisci lateralis) (Fig. 113, *Nlml*, und Fig. 140 *Nll*) liefert einen grossen Theil der Fasern für die laterale Schleife, ferner erhält sie reichen Zuwachs aus dem Corpus trapezoides, aus den Striae medullares nervi acustici der anderen Seite (*Monakow*), sowie aus der oberen Olive, *Os*. Der laterale Schleifenkern entspricht übrigens seiner Lage nach der oberen Olive, deren cerebrales Ende er beinahe erreicht. Hierzu kommt der erwähnte Zuwachs aus dem Nucleus reticularis; da in diesem aber auch aus dem Seitenstrange des Rückenmarkes stammende Fasern enden dürften, so wäre hiermit eine Verbindung zwischen hinteren Vierhügeln und Seitenstrang gegeben.

Die Hauptmasse der oberen oder medialen Schleife wendet sich (in ähnlicher Weise, wie dies früher, weiter unten, die laterale Schleife gethan hat) dorsalwärts, ohne so nahe an die Oberfläche heranzugelangen, und erreicht so die Gegend der vorderen Vierhügel, um deren tiefliegendes Mark zu bilden. Dass ein Theil der Fasern über dem Aquaeductus Sylvii bis zur Mittellinie gelangt und derart

in die Vierhügelgegend der anderen Seite einstrahlt, ist sehr wahrscheinlich; ob sich diese Fasern aber weiterhin in den betreffen-

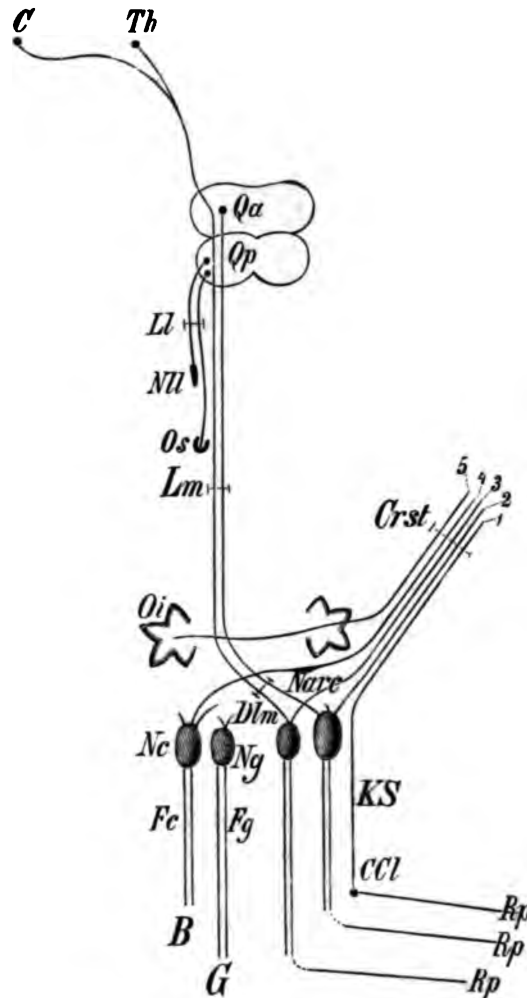


Fig. 140. Schema der centralen Hinterstrangsverbindungen. *Rp* Radix posterior, *B* Burdach'scher Strang, *Fc* Funiculus cuneatus, *G* Goll'scher Strang, *Fg* Funiculus gracilis, *Nc* Kern des Funiculus cuneatus, *Ng* Kern des Funiculus gracilis, *Dlm* Decussatio lemnisci, *Narc* Nucleus arcuatus, *CCl* Clarke'sche Säule, *Ks* Kleinhirnseitenstrangbahn, *Oi* unterer Olivenkern, *Crst* Corpus restiforme, *Lm* mediale Schleife, *Ll* laterale Schleife, *Os* obere Olive, *Nll* lateraler Schleifenkern, *Qa*, *Qp* Vorderes und hinteres Vierhügelpaar, *Th* Thalamus opticus, *C* Hirnrinde.

den anderseitigen Vierhügelarm fortsetzen, kann nicht sicher nachgewiesen werden. Weiter cerebralwärts bleibt noch ein beträchtlicher

Theil der Schleife lateral und ein wenig dorsal vom rothen Kerne (Fig. 131, *Lm)* als schwach markirtes, halbmondförmig gekrümmtes Bündel, und mischt sich den vom genannten Kerne in die Regio subthalamica ausstrahlenden Fasern bei. Es ist anzunehmen, dass manche dieser Fasern ihr Ende im Thalamus (Fig. 140 *Th*), vielleicht auch in den inneren Gliedern des Linsenkernes finden. Nachgewiesen ist es, dass ein beträchtlicher Faserantheil der Schleife die Grosshirnrinde erreicht; es soll ein Antheil der Schleifenfasern, nachdem er aus der Regio subthalamica durch die Linsenkernschlinge unter den Linsenkern gelangt ist und dessen beide innere Glieder durchlaufen hat, zur Rinde des Parietalhirns *(Monakow)* ausstrahlen, daher: Rindenschleife (Fig. 140 *C*). *Edinger* beschreibt Bündel, welche, aus der Schleife kommend, aussen und oben vom rothen Kerne anzutreffen sind und von dort direct auf dem Wege der inneren Kapsel zur Rinde des oberen Parietallappens ziehen — also den Linsenkern vermeiden. Sie bilden einen Theil seiner sogenannten Haubenfaserung, die späterhin ausführlicher besprochen werden soll.

Flechsig und *Hösel* meinen, dass etwa fünf Sechstel der aus den Hinterstrangskernen in der Olivenzwischenschicht cerebralwärts ziehenden Fasern, in die Centralwindungen (namentlich in die hintere und in den Lobulus paracentralis) gelangen. Die motorische Rindenregion würde demnach gleichzeitig die corticalen Centren für die Muskelsensibilität enthalten.

Jedenfalls haben wir also die Schleife als eine der wichtigsten sensiblen Bahnen, in erster Linie für die Leitung der Muskelsensibilität, anzusehen.

Secundäre Degeneration der Schleife ist wiederholt beobachtet worden, und zwar war dies in der Mehrzahl der Fälle eine absteigende. Doch wurde auch aufsteigende Schleifendegeneration *(P. Meyer)* und selbst Degeneration in beiden Richtungen *(P. Meyer, Spitzka)* gesehen. Letzterer Umstand lässt vielleicht darauf schliessen, dass Fasern verschiedener Art, neben den sensiblen auch motorische *(Mendel)*, in der Schleife verlaufen.

Wenn in mehreren Fällen von Entartung der Schleife auch Degeneration der unteren Oliven gefunden wurde, so dürfte dies wohl auf ein Mitergriffensein anderer Haubenbündel zurückzuführen sein, da die Beziehungen der Schleife zu den unteren Oliven, welche mitunter angegeben werden *(Roller)*, jedenfalls nur nebensächlicher Art sind.

Roller, Die Schleife. Arch. f. mikrosk. Anat. 19. Bd. *Monakow*, Neue experimentelle Beiträge zur Anatomie der Schleife. Neurol. Centralblatt 1885. *Edinger*, Ueber die Fortsetzung der hinteren Wurzeln zum Gehirn. Anatom. Anzeiger 1889. *Rossolymo*, Zur

Physiologie der Schleife. Arch. f. Psych. 21. Bd. *Monakow*, Striae acusticae und untere Schleife. Arch. f. Psych. 22. Bd. *Spitzka*, Contribution to the anatomy of the lemniscus. The medic. Record 1884. *Flechsig*, Ueber die Verbindung der Hinterstränge mit dem Gehirn. Neurol. Centralblatt 1885. *Flechsig* und *Hösel*, Die Centralwindungen ein Centralorgan der Hinterstränge. Neurol. Centralblatt 1890. *Meyer P.*, Arch. für Psych. 13. und 17. Bd. *Mendel*, Neurol. Centralblatt 1883 *Homèn*, Ueber secund. Degeneration im verlängerten Mark und Rückenmark. Virchow's Arch. 88. Bd. *Werdnig*, Concrement in der Substantia nigra. Wiener med. Jahrb. 1888. *Déjerine*, Arch. de Phys. 1890.

b) Der Kleinhirnstiel.

Die Verbindung der Hinterstränge mit dem Kleinhirn wird durch einen Theil des Kleinhirnstieles (Corpus restiforme, Strickkörper, unterer Kleinhirnarm) vermittelt. Es ist aber dieser Uebergang der Hinterstrangfasern in den Kleinhirnstiel keineswegs so einfach, wie es bei äusserer Betrachtung der Medulla oblongata erscheinen könnte.

An der Constitution des Kleinhirnstieles betheiligen sich: 1. Fasern aus dem Rückenmark, und zwar ausser den Hinterstrangfasern solche aus dem Seitenstrange, und 2. Fasern aus den unteren Olivenkernen (Olivenkleinhirnbahn).

1. Rückenmarksantheil.

a) Der Seitenstrangantheil des Corpus restiforme wird durch die directe Kleinhirnseitenstrangbahn, *KS*, dargestellt, die wir später noch einmal kurz erwähnen werden (Fig. 140). Aus dem Seitenstrangkern (Fig. 117 bis 119), *Nlt*, welcher der *KS* ziemlich nahe liegt, soll ein weiterer Zuzug für den Strickkörper erwachsen.

b) Der Hinterstrangantheil des Corpus restiforme ist ein sehr beträchtlicher, und zwar theils gekreuzt, theils ungekreuzt. Die Wichtigkeit der ungekreuzten Verbindung haben *Darkschewitsch* und *Freud*, nachdem sie längere Zeit übersehen worden war, wieder hervorgehoben; sie haben gezeigt, dass, abgesehen von bogenförmigen Fasern, die eine kurze Strecke an der hinteren Peripherie der Medulla oblongata namentlich aus dem Bereiche des *Goll*'schen Kernes lateralwärts zum Corpus restiforme ziehen (Fibrae arcuatae externae posteriores *Edinger*), letzteres noch einen viel mächtigeren directen Zuwachs aus den Kernen des Hinterstranges, vorzüglich des *Burdach*schen erhält (Fig. 140, *Crst 2, 3*). Man kann nämlich in den höheren Ebenen der Hinterstrangskerne sehen, dass jene in gleichem Masse abnehmen, als das Corpus restiforme anschwillt; letzteres nimmt den Platz der successive verschwindenden grauen Häufchen ein (vgl. Fig. 118, 119, 120), und es setzen also die betreffenden Hinterstrangsfasern, nach einer Unterbrechung durch die Zellen der Kerne, ihren Verlauf im Strickkörper in nahezu unverändeter Richtung fort. Der

Kern des Keilstranges enthält kleinere und grössere Zellen; letztere sammeln sich zu Gruppen, welche die laterale Partie des *Burdach*'schen Kernes einnehmen und weiter cerebralwärts reichen als die kleinzelligen Gruppen. Nur die grossen Zellen, deren Gesammtheit man auch als äusseren Kern des Keilstranges bezeichnet, sollen Fasern für den Strickkörper entsenden *(Blumenau)*.

Ein weiterer Zuzug aus den Hintersträngen erfolgt aber auf einem Umwege, und zwar durch Fasern, welche als Fibrae arcuatae internae, Fig 117, 118, *Fai*, in kurz vorher (pag. 329) besprochener Weise die proximale Fortsetzung der Schleifenkreuzung darstellen. Sie verbleiben aber nicht in der Olivenzwischenschicht, sondern verlaufen bis in die Raphe, wo sie sich ventralwärts wenden und unter spitzem Winkel kreuzen; weiterhin gelangen sie an die Peripherie der contralateralen Pyramide und umziehen letztere, sowie die Olive nun als Fibrae arcuatae externae anteriores; auf diesem Wege erreichen sie den Strickkörper (Fig. 140, *Crst 4*). Sie stellen also eine Verbindung des Hinterstranges mit dem Corpus restiforme der anderen Seite dar. Während diese Fasern um die Pyramide verlaufen, sind Häufchen grauer Substanz, namentlich der grössere Nucleus pyramidalis anterior (Nucleus arciformis) zwischen sie eingebettet (Fig. 117 u. ff. und Fig. 140 *Narc*). Die Zellen des Nucleus arciformis sind von verschiedener Form und Grösse, meist zu Gruppen angeordnet. Die grössten Zellen finden sich im Centrum des Kernes *(Mingazzini)*. Es kann auch hervorgehoben werden, dass zahlreiche dieser Fasern, so lange sie noch als Fibrae arcuatae internae die Medulla durchziehen, in die Olivenkerne eintreten (Fig. 119). Allein *Edinger* hat nachgewiesen, dass sie zu dieser in keine weitere Beziehung treten, sondern durch sie lediglich durchpassiren. Ein ziemlich beträchtlicher Antheil der Fibrae arcuatae externae nimmt seinen Ursprung aus den Seitenstrangkernen; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Fasern die dorsale Begrenzung des Nucleus arcuatus (Stratum dorsale von *Mingazzini)* bilden und vorzüglich mit der oberen (cerebralen) Hälfte dieses Kernes in Verbindung stehen.

2. Olivenantheil.

c) Auch der Oliventheil des Strickkörpers entwickelt sich auf ziemlich complicirte Weise.

Der **Olivenkern**, untere Olive (Fig. 117 bis 121 u. 136) erscheint am Querschnitte als ein wellig gezacktes Doppelband, dessen beide Blätter sich lateralwärts vereinigen, gegen die Mittellinie zu aber offen sind; in Wirklichkeit stellt der untere Olivenkern ein Blatt grauer Masse dar, welches sich am ehesten mit einem wenig zugeschnürten Beutel vergleichen lässt, dessen Oeffnung (Hilus) medianwärts gerichtet

ist. Die Breite dieses grauen Blattes ist annähernd überall die gleiche, zwischen 0·3 und 0·4 Millimeter. Schon bei schwacher Vergrösserung bemerkt man, dass zahlreiche Nervenbündel, darunter sehr mächtige, wie z. B. Hypoglossuswurzeln, durch die graue Substanz der Olive hindurchtreten. Die Nervenzellen der Oliven sind schwach pigmentirt, alle nahezu von derselben Grösse (12 bis 20 μ im Durchmesser), rundlich oder leicht spindelförmig ausgezogen. Sie sind ziemlich gleichmässig innerhalb des grauen Bandes vertheilt; manchmal kommt auch eine oder die andere Zelle ausserhalb der grauen Substanz zu liegen; neben horizontal durchziehenden und anderen, longitudinal verlaufenden Bündeln von Nervenfasern ist in der grauen Substanz des Olivenkernes auch ein reiches Netzwerk feiner markhaltiger Fasern nachzuweisen. Die beiden Nebenoliven zeigen einen ähnlichen Bau.

Aus dem Hilus der Olive treten reichliche Faserbündel (Stiel der Olive) und erreichen die Raphe, andere Fasern hüllen die Olive von aussen ein, indem sie um sie herumziehen (Vliess, Stratum zonale). Endlich sieht man eine beträchtliche Anzahl von Faserbündeln am lateralen Rande der aufsteigenden Trigeminuswurzel vorbei aus der Gegend des Stratum zonale der Olive gegen das Corpus restiforme ziehen (Fig. 118, 119).

Anatomisch lässt sich die wechselseitige Beziehung dieser beschriebenen Faserarten nicht gut auflösen; es sind pathologische Erfahrungen, welche hier bestimmend eingreifen müssen. Vor Allem kommt diesbezüglich in Betracht, dass bei Atrophie einer Kleinhirnhemisphäre die entgegengesetzte Olive ebenfalls zu atrophiren pflegt.

Der Verlauf des Olivenantheiles vom Strickkörper scheint also so zu sein, dass die in der Olive entspringenden Fasern aus dem Hilus austreten, quer über die Mittellinie ziehen, die anderseitige Olive zum grossen Theil lediglich durchsetzen, dabei auch an der Bildung des Stratum zonale Theil haben und von dort in den Strickkörper gelangen (Fig. 140 *Crst 5*).

Bechterew und *Flechsig* haben auch eine Verbindung der unteren Olive mit dem Linsenkerne beschrieben (centrale Haubenbahn), und zwar durch ein Bündel, welches sich nach und nach an der lateralen und dorsalen Peripherie der unteren Olive constituirt (Fig. 121, *cH*), dann zwischen medialer Schleife und oberer Olive (Fig. 122 und 123 *cH*), später lateral vom hinteren Längsbündel gegen das Grosshirn zieht und schliesslich in die Linsenkernschlinge eingeht. An Querschnitten vom Gehirne Erwachsener ist die centrale Haubenbahn nur selten ganz deutlich markirt. Jedenfalls müssen aber noch verschiedene anderweitige Verbindungen der Oliven mit anderen Hirn-

theilen und namentlich auch mit dem Rückenmark bestehen, doch sind dieselben noch nicht bekannt.

Ist der Kleinhirnstiel durch das Zusammentreffen all der beschriebenen Faserzüge vollständig gebildet, so tritt er dann bald in die Substanz des Kleinhirns ein (Fig. 123, 125) und lässt sich hier nur durch Untersuchung embryonaler Gehirne sicher weiter verfolgen.

Es ergibt sich nach *Edinger*, dass der Rückenmarksantheil des Corpus restiforme in den Wurm des Kleinhirns gelangt, während der Olivenantheil sich an der Bildung jenes Faserzuges betheiligt, welcher das Corpus dentatum als „Vliess" umzieht. Näheres darüber wird beim Kleinhirn erwähnt werden. Manche rechnen jene Faserzüge, welche aus dem Ursprungsgebiete des Akusticus und des Trigeminus in das Kleinhirn ziehen, ebenfalls zum Corpus restiforme.

Das Corpus restiforme enthält also jedenfalls zahlreiche centripetale Bahnen (vielleicht sogar ausschliesslich solche), welche im Kleinhirn ihr Ende finden; wir kommen auf die Bedeutung des Strickkörpers noch einmal bei Besprechung des Kleinhirns zurück.

Blumenau, Ueber den äusseren Kern des Keilstranges. Neurol. Centralblatt 1891. *Darkschewitsch* und *Freud*, Ueber die Beziehung des Strickkörpers zum Hinterstrang. Neurol. Centralblatt 1886. *Mingazzini*, Intorno al decorso delle fibre appart. al pedunculus med. cerebelli ed al corp. restiforme. Arch. p l. sc. medic. 1890. *Bechterew*, Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirns. Neurol. Centralblatt 1885. *Vejas*, Experiment. Beiträge z. Kenntniss der Verbindungsbahnen des Kleinhirns. Arch. f. Psych. XVI. Bd. *Monakow*, Experim. Beitr. zur Kenntniss des Corpus restiforme. Arch. f. Psych. XIV. Bd.

3. Die Kleinhirnseitenstrangbahn.

Hier haben wir nur mit wenigen Worten fast durchaus Bekanntes zu recapituliren (Fig. 140). Aus den *Clarke*'schen Säulen, *CCl*, erlangt die Kleinhirnseitenstrangbahn nach und nach ihre auffällig dicken Fasern, und zwar stehen dieselben aller Wahrscheinlichkeit nach in Beziehung zu hinteren Wurzelbündeln, *Rp*. Erst in der Medulla oblongata rückt der Querschnitt der Kleinhirnseitenstrangbahn mehr dorsalwärts, wobei sie an der Peripherie über die aufsteigende Trigeminuswurzel schief hinüberziehen muss (Fig. 118, 119); ihr legen sich nach und nach die übrigen Bestandtheile des Kleinhirnstieles an, und schliesslich endigen, nach ziemlich einfachem Verlauf, die auffallend groben Fasern im Wurme des Kleinhirns (Fig. 140, *Crst 1*). Der Kleinhirnseitenstrang ist also eine Verbindungsbahn zwischen den hinteren Wurzeln und dem Kleinhirn. Auch der Umstand, dass die secundäre Degeneration des Kleinhirnseitenstranges in auf-

steigender Richtung, cerebralwärts stattfindet, spricht dafür, dass wir in ihm ein centripetalleitendes System zu suchen haben. Der ventrale Theil der Kleinhirnseitenstrangbahn soll wenigstens beim Hunde und bei der Katze nicht in den Strickkörper eingehen, sondern durch das Corpus trapezoides und zwischen Abducens- und Facialiswurzel bis nahe der Vierhügelgegend cerebralwärts aufsteigen, dort neben der Schleife an die Oberfläche der Bindearme gelangen und sich nun rückwärts wenden, um ins Kleinhirnmark einzustrahlen *(Löwenthal)*.

Pick, Zur Histologie der *Clarke*'schen Säulen. Medic Centralblatt 1888. *Löwenthal*, Contribution expérim. à l'étude des atrophies secondaires. Rec. zoolog. suisse 1886. *Auerbach*, Beitrag zur Kenntniss der ascendirenden Degeneration des Rückenmarkes und zur Anatomie der Kleinhirnseitenstrangbahn. Virchow's Archiv, 124. Bd.

4. Das Gowers'sche Bündel.

Dieses Bündel dürfte dadurch entstehen, dass hintere Wurzelfasern, nach Ueberschreitung der Mittellinie und durch Nervenzellen unterbrochen, sich in den lateralen Partien des Rückenmarkes ansammeln und nun cerebralwärts ziehen; es macht sich zuerst im untersten Dorsaltheile des Rückenmarkes bemerkbar, nimmt aber bis ins Cervicalmark hinauf am Querschnitt zu (Fig. 105, *25*). Es ist in der Nähe der vorderen Wurzeln am schmälsten, nimmt dorsalwärts an Breite zu und legt sich auch noch an den inneren (medialen) Rand des *KS* an; ein Theil der Fasern verschwindet angeblich im oberen Cervicalmark, ein anderer *(Bechterew)* endet im Nucleus lateralis der Medulla oblongata. In das Schema Fig. 105 sind diejenigen Faserzüge, welche in den *Gowers*'schen Strang einstrahlen, als vorderhand noch zu unsicher, nicht eingezeichnet.

Das *Gowers*'sche Bündel (aufsteigender anterolateraler Strang) erhält im achten Uterinmonate, später als die übrigen Seitenstrangbestandtheile, mit Ausnahme der *PyS*, seine Markscheiden. Da zu einer Zeit, wo die *Gowers*'schen Bündel bereits markhaltig werden, die hintere Commissur noch keine Markfasern enthält, wohl aber die vordere, so dürfte die Kreuzung in letzterer stattfinden; dass eine solche Kreuzung aber thatsächlich besteht, geht daraus hervor, dass lange Zeit nach Amputation eines Oberschenkels aufsteigende Degeneration im *GS* derselben und im gekreuzten *Gowers*'schen Bündel angetroffen wurde *(Guarneri* und *Bignami)*.

Es degenerirt also dieses Querschnittsfeld häufig aufsteigend, z. B. bei Compressionsmyelitis, doch scheint ein höherer Grad der

Erkrankung nothwendig zu sein, damit es mit in die Degeneration einbezogen werde *(Francotte)*. Auch bei Tabes mit hervortretenden sensiblen Erscheinungen wurde daselbst mehrmals aufsteigende Degeneration beobachtet. *Bechterew* will dieses Bündel mit der Schmerzleitung betrauen; jedenfalls kommt ihm eine eminent sensible Bedeutung zu.

Gowers, Diagnos. of dis. of the spinal cord 1879. *Gowers*, Bemerkungen über die anterolaterale aufsteigende Degeneration. Neurol. Centralblatt 1886. *Bechterew*, Ueber ein besonderes Bündel im Seitenstrange des Rückenm. Neurol. Centralblatt 1885. *Francotte*, De la dégenérescence du faisceau de Gowers. Bull, de l'ac. r. belg. 1889. *Guarneri* und *Bignami*, I centri nervosi in un amputato. Boll. delle R. Accad. med. di Roma 1888.

5. Vorder- und Seitenstrangreste.

Wir fassen hier all dasjenige des Rückenmarksquerschnittes zusammen, was in diesem Abschnitt bisher noch keine Besprechung gefunden hat. Soweit eine Unterscheidung in kurze und lange Bahnen zulässig ist, hätten wir es hier grösstentheils nur mit kurzen Bahnen zu thun, Fasern, welche aus der grauen Substanz austreten (Fig. 105 *21, 22*) und nach kurzem longitudinalen Verlaufe wieder dahin zurückkehren, also Verbindungsfasern zwischen Abschnitten grauer Rückenmarkssubstanz aus verschiedenen Höhen.

Alle hier in Frage kommenden Bestandtheile des Rückenmarksquerschnittes lassen sich allerdings cerebralwärts bis durch das Mittelhirn verfolgen, und zwar innerhalb der Substantia reticularis der Haube; damit ist aber nicht gesagt, dass jede einzelne Nervenfaser einen so langen Verlauf besitzt; es scheint vielmehr in der Regel ein Verschwinden der alten und Zuwachs neuer Fasern stattzufinden, so dass streckenweise eine wesentliche Grössenänderung des Querschnittes dennoch nicht einzutreten braucht.

Am deutlichsten lässt sich das **Vorderstranggrundbündel** cerebralwärts verfolgen. Wir haben gesehen, wie dasselbe durch die Pyramidenkreuzung ein wenig verschoben wird (Fig. 114 u. f.); weiter proximalwärts drängt die aus der Schleifenkreuzung entstandene Olivenzwischenschichte, die *VG* sammt einem Theile der Seitenstrangreste dorsalwärts; es bilden so diese drei zusammen die Substantia reticularis alba (Formatio reticularis medialis). Den ventralsten Theil der S. ret. alba (Olivenzwischenschichte) haben wir in der Schleife bereits weiter hinauf verfolgt; der mittlere Theil entspricht dem erwähnten Antheile des Seitenstranges, wozu sich noch einzelne aus den Hinterstrangs-

kernen (pag. 329) stammende Bündel gesellen, während der dorsalste, scharf gegen die graue Substanz am Boden des vierten Ventrikels abgegrenzte Abschnitt der S. ret. alba sich aus dem *VG* entwickelt. Es mag vorweg erwähnt werden, dass der mittlere, aus den Seitensträngen stammende Theil oberhalb des Hypoglossursprunges in jenen grauen Massen (Nucleus centralis inferior von *Roller*, Fig. 120, 121, *Nct*) zu endigen scheint, die sich beiderseits dem mittleren Theile der Raphe anlegen und somit die Schleife von der Fortsetzung des *VG*, die hier den Namen hinteres Längsbündel bekommt, abtrennen.

Das **hintere Längsbündel**, Fasciculus longitudinalis posterior (Fig. 120 u. ff., sowie Fig. 136 *Flp*), können wir bis in die oberste Vierhügelgegend verfolgen; es bildet immer ein sehr deutliches Querschnittsfeld jederseits der Raphe unter dem Boden des vierten Ventrikels, respective dem centralen Grau des Aquäductes; die ventrale Grenze des hinteren Längsbündels ist niemals recht scharf; es löst sich hier gegen die anderen Längsfasern der Haube auf und kann von letzteren nicht gut getrennt werden. Cerebralwärts vom Oculomotoriuskerne wird die Verfolgung des hinteren Längsbündels sehr schwierig; es wird auch angegeben, dass es hier bereits endet (*Flechsig, Edinger*). Ein Fasertheil des hinteren Längsbündels soll in die hintere Commissur übergehen.

Ein Ursprung des hinteren Längsbündels aus dem Linsenkerne und seiner Umgebung oder aus der Hirnrinde, wie dies wiederholt angegeben wurde, ist sehr zweifelhaft; *Spitzka* führt die sehr entscheidende Thatsache ins Feld, dass bei Reptilien und Amphibien, die ein äusserst schwach entwickeltes Vorderhirn besitzen, dennoch die hinteren Längsbündel auffallend mächtig sind — mit Ausnahme jener Thiere, deren Sehorgane verkümmert sind. Er nimmt daher an, dass diese Bündel die Verbindung der vorderen Vierhügel (die bei den genannten Thierarten als Lobi optici sehr massig sind) mit den Kernen der Augenmuskelnerven, eventuell auch mit den Kernen der Nerven für die Kopfdrehungsmuskeln enthalten. *Gudden* findet hingegen auch beim Maulwurfe, neben vollständigem Mangel der Augenmuskelkerne, das hintere Längsbündel gleich gut entwickelt wie beim Kaninchen, und will daher seine Beziehung zu diesen Kernen ganz leugnen. Bei der Eidechse lassen sich die besonders mächtigen hinteren Längsbündel durch das ganze Rückenmark verfolgen und zeichnen sich durch auffallend dicke Fasern aus; sie stehen hier in Beziehung zu der vorderen Rückenmarkscommissur.

Wie schon früher bemerkt wurde, ist anzunehmen, dass im hinteren Längsbündel hauptsächlich kürzere Fasern zusammentreten, um die vom Rückenmark angefangen bis gegen das Grosshirn hin

aufeinanderfolgenden motorischen Nervenkerne untereinander in Verbindung zu setzen. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass periphere Wurzelfasern im hinteren Längsbündel streckenweise longitudinal verlaufen, und dann (wie z. B. Fasern vom Abducenskerne zum N. oculomotorius) eventuell die Mittellinie überschreiten. Damit stimmt es auch überein, dass der grösste Theil der hinteren Längsbündel bereits sehr früh, gleichzeitig mit den peripheren Nerven seine Markscheiden erhält.

Am wenigsten Klarheit besitzen wir bisher noch über die Fortsetzung der **Seitenstrangreste**. Wir haben bereits erfahren, dass ein Theil dieses Seitenstranggebietes den mittleren Abschnitt der Substantia reticularis alba bilden hilft und etwa in der Höhe der obersten Hypoglossuswurzel im Nucleus centralis inferior zu endigen scheint. Alle übrigen Bündel gelangen in die Substantia reticularis grisea — und also weiterhin in das Querschnittsfeld der Haube. Hier finden sich zahlreiche zerstreute Ganglienzellen, welche als vorläufige Endigungen der vom Rückenmark aufsteigenden Fasern angesehen werden können; namentlich aber nimmt *Bechterew* dafür die oberen Oliven, sowie den Nucleus reticularis sammt dessen proximaler Fortsetzung (Nucleus centralis superior) in Anspruch. Den Nucleus reticularis erklärt er überhaupt für einen der wichtigsten Knotenpunkte im Centralnervensysteme; dessen Verbindung mit der Brücke, sowie seine mehrfachen Beziehungen zur Schleife fanden bereits Erwähnung.

Als aberrirendes Seitenstrangbündel bezeichnet *Monakow* einen bereits früher von *Meynert* und Anderen beschriebenen Faserzug, der aus den peripheren Partien des Seitenstranges stammen soll, zwischen Facialiskern und aufsteigender Trigeminuswurzel, weiterhin zwischen oberer Olive und austretendem Facialis (also etwa dort, wo in Fig. 123 der Buchstabe *N* von *NVII* steht) am Corpus trapezoideum liegt und schliesslich in die Schleife übergeht. Wahrscheinlich ist das aberrirende Seitenstrangbündel identisch mit jenen Faserzügen aus dem *KS*, welche nicht direct in das Corpus restiforme eintreten (pag. 337).

In der Vierhügelgegend, wo die Bindearme sich in die Haubenregion eindrängen und daselbst beim Menschen einen grossen Theil des Querschnittes für sich beanspruchen, sind neben Schleife und hinterem Längsbündel in der That nur noch wenige Längsfasern in den Residuen der Formatio reticularis vorhanden. Unter diesen kann ein undeutlich begrenztes, schwach markirtes Bündel lateral vom hinteren Längsbündel hervorgehoben werden (Fig. 131, *Fcop*). Nach *Wernicke's* Angabe biegt dasselbe cerebralwärts von den vorderen Vierhügeln gegen die Mittellinie um, die es im Dache des vorderen Theiles vom Aquaeductus Sylvii überschreitet; es hilft dadurch die hintere

Commissur bilden und erreicht dann den Sehhügel der anderen Seite, woselbst es endigt.

Im ganzen Bereiche des Haubenquerschnittes verlaufen die Längsfasern, welche schon frühzeitig ihr Mark erhalten, vereinzelt oder zu nur dünnen Bündeln vereinigt. Viele von diesen Längsfasern der Haube kreuzen sich in der Gegend der oberen Vierhügel, theils nahe der Basis ventral vom rothen Kerne (*Forel's* ventrale Haubenkreuzung), theils mehr dorsal, unter dem hinteren Längsbündel (*Meynert*'sche fontainenartige Haubenkreuzung) (Fig. 127, *F* und *M*).

In die ventrale Haubenkreuzung sollen auch Fasern der lateralen Schleife eingehen, die möglicherweise aus dem aberrirenden Seitenstrangbündel stammen (*Monakow*) und sich in die Regio subthalamica verfolgen lassen.

Die hier (sub 5) besprochenen Fasern stellen fast durchwegs kurze Bahnen dar, secundäre Degenerationen sind daher nur ausnahmsweise zu erwarten.

Roller, Die Schleife. Arch. f. mikrosk. Anat. 19. Bd. *Bechterew*, Ueber die Längsfaserzüge der Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis. Neurol. Centralblatt 1885. *Monakow*, Striae acusticae und untere Schleife. Arch. f. Psych. 22. Bd. *Köppen*, Ueber das hintere Längsbündel. Bericht d. Naturforscherversammlung. Heidelberg 1889. *Jakowenko*, Zur Frage über den Bau des hinteren Längsbündels. Neurol. Centralblatt 1888.

B. Die Hirnnerven.

Für die einzelnen Hirnnerven werden wir zunächst festzustellen haben, aus welchen Zellengruppen (Kernen) sie entspringen; weiterhin müssen wir die wichtigsten Verbindungen aufsuchen, welche diese Ursprungskerne mit anderen Regionen des Centralnervensystems, namentlich aber mit der Hirnrinde, in functionelle Beziehung bringen.

1. Nervus olfactorius (Riechnerv).

Wir dürfen den centralen Riechapparat des Menschen nicht blos als ein relativ schwach angelegtes und in der Entwickelung zurückgebliebenes Organ ansehen, wie etwa der Balken bei niederen Säugethieren bis zum völligen Mangel schlecht ausgebildet ist; es tritt vielmehr beim Erwachsenen zu der geringeren genetischen Anlage bald ein entschieden regressiver, atrophischer Process im cerebralen Gebiete des Riechnerven hinzu, welcher sich durch das massenhafte Vorkommen von Amyloidkörperchen manifestirt.

Zum Studium der centralen Riechorgane empfiehlt es sich daher, neben denen des Menschen vergleichsweise auch die Gehirne von

solchen Säugethieren zu verwenden, bei denen diese Hirntheile gut ausgebildet sind, z. B. Carnivoren oder Nager.

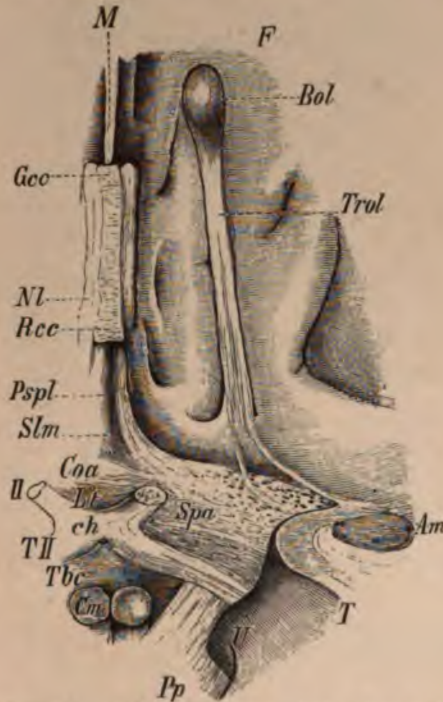


Fig. 141. Theil der Hirnbasis, linke Hemisphäre vor dem Chiasma nerv. opticorum. Die Spitze des Schläfenlappens ist weggeschnitten.

Pp Pes pedunculi, *Cm* Corpus mammillare, *Tbc* Tuber cinereum, *TII* Tractus opticus, *ch* Chiasma, *II* Nervus opticus, *T* Temporallappen, *U* Uncus, *Am* Mandelkern, *Spa* Substantia perforata anterior, *Lt* Lamina terminalis, *Coa* Hervorwölbung in der grauen Bodencommissur, durch die vordere Commissur bedingt, *Pspl* Pedunculus septi pellucidi, *Slm* Sulcus medius subst. perf. ant., *Rcc* Rostrum corporis callosi, *Gcc* Genu corp. callosi, *Nl* Nervus Lancisii, *M* Mantelspalte, *F* Frontallappen, *Bol* Bulbus olfactorius, *Trol* Tractus olfactorius.

Bei den Affen und den Wasserraubthieren ist der Riechapparat nur schwach entwickelt, bei vielen Cetaceen, z. B. beim Delphin, fehlt er vollständig (Mammifères osmatiques mit wohl ausgebildetem und Mammifères anosmatiques mit schwach entwickeltem oder mangelndem Geruchsorgane, *Broca*).

Die peripheren Riechnerven stammen aus der pigmentirten Regio olfactoria der *Schneider*'schen Membran, sind marklos und treten durch die Siebbeinlöcher in die Schädelhöhle ein, wo sie sich an einem (beim Menschen) gelblich-grauen, kleinen kolbigen Körper, den **Bulbus olfactorius** (Riechkolben, Caruncula mammillaris, Lobe olfactif) ansetzen (Fig. 141, *Bol*).

Der Riechkolben liegt an der Orbitalfläche des Stirnlappens am vorderen Ende des Sulcus olfactorius, ist aber allseitig frei, mit Ausnahme seiner Anheftungen durch die peripheren Riechnerven und eines starken Stieles, welcher ihn nach rückwärts zu mit dem übrigen Gehirn in Verbindung setzt: der Tractus olfactorius, *Trol*.

Den feineren Bau des Riechkolbens lernen wir am besten an einem Sagittalschnitte durch das centrale Riechorgan des Hundes kennen (Fig. 142 und 143). Bei schwacher Vergrösserung bemerken wir schon, dass, wenn der Schnitt durch die Mitte des Bulbus *b* und

seines Stieles *t* gelegt wurde, von letzterem bis ziemlich weit gegen die vordere Spitze des Bulbus hinein ein feiner Canal verläuft, *V*, der sich an Frontalschnitten als querer Spalt erweist (Ventriculus bulbi olfactorii) und mit dem Seitenventrikel des Gehirns zusammenhängt. Der Bulbus ist gleichsam wie eine Kappe über seinen Stiel, den Tractus olfactorius, gestülpt.



Fig. 142. Sagittalschnitt durch den Bulbus olfactorius des Hundes. Vergr. 4. *b* Bulbus olfactorius, *t* Tractus olfactorius, *V* Ventriculus olfactorius.

Der Bulbus olfactorius zeigt eine mehrfache Schichtung, deren Bedeutung erst bei stärkerer Vergrösserung klarer wird (Fig. 143). Wir treffen zuerst auf die umhüllende Pia mater, *p*, welche aber in Folge der zahlreichen austretenden Olfactoriusbündel meist nicht, wie an der abgebildeten Stelle, continuirlich hinwegzieht, sondern vielfach zerrissen erscheint. Von ihr aus senken sich grössere Gefässe in den Bulbus hinein. Als erste nervöse Schichte folgen nun die dünnen Faserbündelchen des Olfactorius *(1)*, welche nach dem Durchpassiren durch die Pia in der Regel noch eine kürzere oder längere Strecke lang sagittal verlaufen, so dass man an Frontalschnitten grösstentheils Bündelquerschnitte antrifft.



Fig. 143. Stück eines Sagittalschnittes durch den Bulbus olfactorius des Hundes. *p* Pia mater, *1* Schichte der peripheren Nervenfasern, *2* Stratum glomerulosum, bei × Fasern, welche aus der ersten Schichte in einen Glomerulus einstrahlen, *3* Stratum moleculare, *4* Nervenzellenschichte, *5* Stratum granulosum, *6* Markkern, *e* Ependym, *V* Ventrikel.

Die zweite Schichte (Stratum glomerulosum, Knäuelschichte *2)* macht sich schon bei schwacher Vergrösserung auffällig bemerkbar; sie wird durch eigenthümliche kugelige Massen von 0·05 bis 0·30 Millimeter Durchmesser gebildet, die ziemlich dicht aneinander gedrängt liegen und sich mit Karmin nur wenig

färben. Es ist äusserst schwierig, die feinere Structur dieser runden Gebilde (Glomeruli olfactorii) zu erkennen. Nicht selten sieht man Faserbündel aus der ersten Schichte in einen solchen Glomerulus eintreten (bei ×), doch verlieren sich die Nervenfasern bald in einer anscheinend feinkörnigen Masse, die den Glomerulus constituirt, und in der nur einzelne Bindegewebskerne auftreten.

Leichter kann man beim Menschen den Eindruck gewinnen, als ob die Olfactoriusfasern sich hier in der That gewissermassen aufknäueln würden. Bei Thieren scheint die erwähnte feinkörnige Masse mehr entwickelt zu sein, und dadurch die Nervenfasern zu verdecken. Als Bindesubstanz im gewöhnlichen Sinne des Wortes darf sie wohl kaum aufgefasst werden; auch von der Neuroglia, wie sie an anderen Stellen des Nervensystems in der grauen Substanz vorkommt, unterscheidet sie sich namentlich durch ihr differentes Verhalten gegen Farbstoffe.

Die grossen von der Pia eintretenden Gefässe schmiegen sich den Glomerulis gern enge an und senden auch feine Aeste in sie hinein. Gegen die Umgebung sind die Glomeruli auch noch meist durch eine mehr oder minder breite Lage von Körnern (vgl. pag. 164) abgegrenzt, wie wir solche an manchen anderen Stellen (z. B. in der Kleinhirnrinde) treffen.

Die dritte Schichte, *3*, Stratum moleculare (Stratum gelatinosum) etwa 0·3 Millimeter breit, besteht aus einer feingranulirten Grundsubstanz, in welcher sich einzelne sternförmige Bindegewebszellen, freie Kerne und ein ziemlich dichtes Maschenwerk theils markhaltiger, grösstentheils aber markloser Nervenfasern finden; die Markfasern halten meistens eine auf die Oberfläche des Bulbus senkrechte Verlaufsrichtung ein. Auch lässt sich von ihnen nach *Weigert*'scher Hämatoxylinfärbung leicht nachweisen, dass sie ausnahmslos aus der innersten Schichte des Bulbus (Markschichte) heraufsteigen, um schliesslich in grösserer oder geringerer Entfernung von den Glomerulis ihr Mark zu verlieren und sich den marklosen Fasern dieser Schichte beizugesellen. Endlich finden sich in dieser Schichte einzelne grosse Nervenzellen, von meist dreieckiger Form.

Als vierte Schichte, *4* (Nervenzellenschichte), bezeichnen wir einen nun folgenden, nur 0·04 Millimeter breiten Saum, der sich schon bei den schwächsten Vergrösserungen an Karminpräparaten als dunkle Linie hervorhebt. Diese Schichte besteht aus dicht gedrängten Körnern, zwischen denen meist in einfacher Reihe grosse Ganglienzellen von dreieckiger Gestalt liegen. Letztere haben einen grössten Durchmesser von 30 bis 50μ und lassen häufig einen Fortsatz gegen die Peripherie und ebenso einen schief gegen die tieferen Schichten hin gerichteten erkennen.

Die nun folgende fünfte Schichte, *5*, Stratum granulosum (Körnerschichte), welche ohne scharfe Grenze in die sechste übergeht, ist an der Spitze des Bulbus am breitesten (1 bis 1·5 Millimeter), um gegen dessen hinteres Ende schliesslich allmählich zu verschwinden; sie ist vorzüglich charakterisirt durch dichtgedrängte Körner, welche in mehreren, der Oberfläche parallelen Reihen angeordnet sind und zwischen denen Bündel von markhaltigen Nervenfasern in der gleichen Richtung verlaufen. Nebstdem wird diese Schichte von einer Anzahl radiärer Markfasern durchzogen, welche einzeln aus dem Markkerne des Bulbus abzweigen und zum Theile in dieser, zum Theile erst in der dritten Schichte ihr Mark verlieren.

Die innerste sechste Schichte, *6*, der Markkern oder Markkegel des Bulbus ofactorius, besteht aus parallelen Zügen markhaltiger Nervenfasern, welche leicht wellig gekrümmt sagittal nach vorne verlaufen; durch fortwährend rechtwinkelige Abgabe von Fasern nach den oberen Schichten erschöpfen sie sich gegen die vordere Spitze des Bulbus immer mehr (im gleichen Masse, als die fünfte Schichte dorthinzu breiter wird).

Die Grenze dieser Schichte gegen den Ventrikel hin wird durch ein gewöhnliches Ependym, *e*, mit Flimmerepithel gebildet.

Zellen von entschieden nervösem Charakter sind im Bulbus olfactorius demnach blos die vereinzelten grossen Zellen der dritten und die einreihigen Zellen der vierten Schichte.

Am menschlichen Bulbus finden wir die Nervenfaser- und die Knäuelschichte wieder; angeblich sollen — wie erwähnt — die Glomeruli leichter die Nervenfasern erkennen lassen, als dies bei Thieren der Fall ist. Die dritte und vierte Schichte sind nicht scharf gesondert, überhaupt treten die eigentlichen Ganglienzellen nur äusserst spärlich auf. Hingegen können die Körnerschichte und der Markkern wieder deutlich erkannt werden. Ein Ventrikel fehlt, doch ist er durch eine centrale Substanz von eigenthümlich gelatinösem Aussehen angedeutet. — Die erwähnten Schichten finden sich übrigens blos ventral von dem Residuum des Ventrikels, dorsal davon ist gewöhnlich nur ein Marklager zu erkennen.

Im Bulbus olfactorius findet die erste Unterbrechung der Riechnerven statt; der Bulbus ist also den Ursprungskernen der meisten übrigen Nerven, oder der Retina nach Abzug des Neuroepithels und wohl auch den Spinalganglien gleichzustellen, keineswegs aber der Hirnrinde (Fig. 145, *p* und *Bo*). Der histologische Bau des Bulbus olfactorius weist auf eine derartige Analogie mit der Gehirnschichte der Retina zwingend hin, worauf namentlich *Hill* mit besonderem Nachdrucke aufmerksam macht.

Vom Bulbus olfactorius aus sieht man beim Menschen einen in seiner Grundform dreikantigen Strang als Pedunculus bulbi, den **Tractus olfactorius**, Fig. 141 *Trol*, früher oft fälschlich als Riechnerv bezeichnet, nach rückwärts bis gegen die Substantia perforata anterior, *Spa*, verlaufen; der unmittelbar vor der Substantia perforata gelegene Theil wird auch als Tuber olfactorium bezeichnet. Die freie, basale Fläche des Tractus erscheint markweiss; seine obere, in den Sulcus olfactorius des Stirnhirns eingebettete Kante erhebt sich hinten rasch und verschmilzt mit der medialen Wand des Sulcus olfactorius, während gleichzeitig ein anderer Windungszug vom Tractus aus schief nach aussen und hinten geht und dadurch den genannten Sulcus abschliesst. — Am hinteren Ende des Tractus theilen sich auch die an ihm oberflächlich sichtbaren weissen Faserzüge in mehrere Bündel, welche alle nach aussen und hinten ziehen; die äussere oder **laterale Riechwurzel**. Eines dieser Bündel, das lateralste, ist immer deutlich zu sehen und verschwindet in der Hakenwindung in der Gegend des Mandelkernes, *Am*. Ein oder mehrere andere, nicht immer gleich deutliche weisse Bündel ziehen hart neben den grossen Löchern der Substantia perforata anterior nach hinten und aussen, lassen sich aber makroskopisch nicht bis in den Schläfenlappen hinein verfolgen.



Fig. 144. Querschnitt durch den menschlichen Tractus olfactorius. Glycerinpräparat, die Nervenbündel erscheinen dunkel. Vergr. 15.

Eine **weisse, mediale** (innere) Wurzel, wie sie meist beschrieben wird, kann man nur ganz ausnahmsweise antreffen; auch eine mittlere graue, mit freiem Auge sichtbare Wurzel in der gewöhnlichen Auffassung existirt nicht.

Der Querschnitt des menschlichen Tractus wechselt sehr seine Gestalt in seinem Verlaufe; in der vorderen Hälfte des Tractus hat er meist die Form eines Dreieckes mit abgerundeten Ecken und schwach concaven Seiten (Fig. 144).

An der basalen Fläche und klammerartig über beide laterale Kanten hinübergreifend sieht man in einer Dicke von etwa 0·3 Millimeter die Querschnitte feiner markhaltiger Nervenfasern, welche sich oft in zwei ziemlich gleich dicke Schichten zerlegen lassen: eine oberflächliche mit sehr dicht stehenden, und eine tiefliegende, mit etwas spärlicheren Nervenfasern. Darüber folgt eine ihrer Hauptmasse nach bindegewebige Schichte (0·1 bis 0·3 Millimeter breit), welche dem obliterirten Ventrikel entspricht, während der ganze übrige, obere

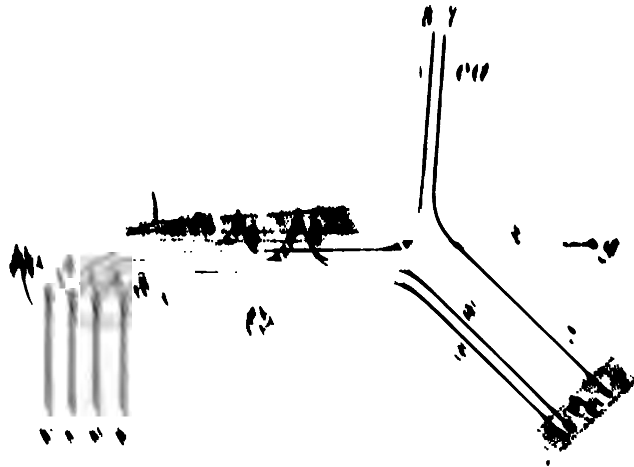
Theil als modificirte Hirnrinde anzusehen ist. Letztere weist an ihrer freien Oberfläche einen deutlichen Ueberzug markhaltiger Nervenfasern auf und ist von einzelnen unregelmässigen kleinen Nervenzellen durchsetzt, welche nach hinten zu zahlreicher werden und sich dabei immer mehr der Pyramidenform nähern. Fast bei allen Erwachsenen, namentlich aber älteren Personen enthält die basale Nervenfaserschichte zahlreiche Amyloidkörperchen; die mittlere, dem Ventrikel entsprechende Schichte kann aber sogar derart von ihnen erfüllt sein, dass das Grundgewebe dadurch fast völlig verdeckt wird, während die Rindenschichte solche Gebilde nur in geringer Anzahl und fast nur in ihrem weissen Belage führt. — Man kann die Anwesenheit der Amyloidkörperchen, namentlich nach vorhergegangener Färbung mit Hämatoxylin oder wenn man nur kurz entwässert *(Tuczek)*, gut für die weitere Verfolgung der Olfactoriusbahnen benutzen.

Der Tractus solcher Säugethiere, die mit einem wohl entwickelten Riechapparate ausgestattet sind, zeigt eine derartige Grösse, dass man ihn als besonderen Hirnlappen (Lobus olfactorius, Riechlappen) bezeichnen kann. Sagittalschnitte, durch dieses Organ gelegt, zeigen bei Markscheidenfärbung, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Fasern, die vom Bulbus olfactorius nach rückwärts ziehen (Fig. 145, *1, 2)*, in die graue Rindenschichte des Tractus, *cto*, eintritt; letztere ist also ein corticales Centrum für viele Olfactoriusfasern. Solche Präparate lassen aber auch Faserzüge erkennen, welche aus der Rinde des Tractus austreten *(5, 6)*, sich nach rückwärts gegen das Gehirn wenden und dadurch Ersatz für die vom Bulbus stammenden, in die Rinde eingedrungenen Fasern schaffen.

Wenn wir wieder zu den menschlichen Präparaten zurückkehren, so können wir die Amyloidkörperchen, welche uns den Verlauf der Olfactoriusbahn verrathen, weiter rückwärts an der freien Oberfläche der Substantia perforata anterior antreffen, namentlich der lateralen weissen Wurzel entsprechend. Wir können sie auch von der Substantia perforata anterior aus ein gutes Stück weit in die Gehirnsubstanz hinein zu beiden Seiten des Streifenhügels verfolgen. An der lateralen Fläche dieses Körpers trifft man dabei auf eine Anzahl grosser (30 bis 60 μ) rundlicher oder spindelförmiger Ganglienzellen, welche fast vollständig mit lichtgelbem Pigmente erfüllt sind und wahrscheinlich ebenfalls dem centralen Riechapparate zuzuzählen sind.

Vom Tractus olfactorius zieht ein starkes, schon von aussen erkennbares und bereits erwähntes Bündel *(3, 6)* in den Schläfenlappen zum Mandelkern und zum Ammonshorn, ferner ein beim Menschen und Affen nur schwaches, bei Thieren mit ausgebildetem Geruchssinne aber sehr mächtiges Bündel *(5)* gegen die vordere Commissur.

[illegible] kann als Supplement zum Corpus [illegible] kommt die Aufgabe zu, identische [illegible] miteinander zu verbinden. Jene [illegible], die vom Balken nicht versorgt werden [illegible] (vielleicht auch des Hinter-[illegible] (Tractus) olfac-[illegible] durch Vermittlung der vorderen Commissur mit [illegible] verbunden. Beim Men-[illegible], nachdem sie vor den aufsteigen-[illegible] eingedrungen ist, an der Basis



[illegible]

[illegible]

— Dass die vordere Commissur selbst thatsächlich nur Commissurenfasern und keine Kreuzungsfasern enthält, ist durch *Ganser* festgestellt.

Die weissen Fasern des Tractus sind demnach viererlei:

1. Solche aus dem Bulbus, die in die Rinde des Tractus eingehen (Fig. 145, *1 2*).

2. Solche aus dem Bulbus, die im Tractus, ohne zu dessen Rindengrau in Beziehung zu treten, nach rückwärts ziehen, entweder zu anderen Rindentheilen *(3)* oder aber zu nicht corticalen Ganglienmassen *(g, 4)*.

3. Fasern, die aus der Rinde des Tractus entspringen und auf dem Wege der vorderen Commissur zur Rinde der anderen Seite gelangen *(5)*.

4. Solche aus der Tractusrinde zu anderen corticalen oder sonstigen Theilen des Gehirns *(6)*.

Ob die besonders mächtige Wurzel des Olfactorius zum Mandelkern und Ammonshorn nur aus Fasern der zweiten oder der vierten Art besteht, kann nicht angegeben werden.

Ausser den genannten anatomischen Beziehungen des Tractus olfactorius bestehen noch andere, die beim Menschen entweder weniger klar nachweisbar oder vielleicht überhaupt nur bei gewissen Thieren vorhanden sind. So beschreibt *Broca* einen Faserzug, welcher nach hinten zum Hirnschenkel zieht, und eine obere Wurzel, die dadurch gebildet wird, dass ein Faserzug aus dem Tractus direct aufwärts in den Stirnlappen umbiegt.

Zum centralen Riechapparate darf wohl auch ein Faserbündel gerechnet werden, welches vom Schläfenlappen quer über die Substantia perforata anterior nach vorne und innen in der Richtung gegen das unterste Ende des Gyrus fornicatus hinzieht. — Dieses Bündel wurde von *Broca* als Bandelette diagonale de l'éspace quadrilatérale beschrieben und ist beim Menschen nur ausnahmsweise deutlich zu sehen; am besten tritt es an atrophischen Gehirnen, z. B. bei alten Personen, in der Dementia paralytica, hervor.

Dieser Faserzug wird grösstentheils aus Bündeln zusammengesetzt, die einem eigenartigen Associationssysteme des Riechnerven angehören, dem Riechbündel des Ammonshornes *(Zuckerkandl)*; nur an osmatischen Thieren kann es gut studirt und richtig verstanden werden. Es sind dies Fasern, welche im Fornixkörper bis an den hinteren Rand des Septum pellucidum gelangen, sich aber daselbst vom Fornix trennen, indem sie vor der Commissura anterior gegen die Hirnbasis herabsteigen, um hier im lateralen Verlaufe theils in den Schläfenlappen, theils in den Riechlappen einzustrahlen. — *Hill*

schreibt dem Fornix überhaupt eine sehr enge Beziehung zum centralen Riechapparate zu.

Fragt man, mit welchen Theilen der Grosshirnrinde die Bahnen des Riechnerven in directer Beziehung stehen, so ist in erster Linie die Rinde des Tractus olfactorius zu nennen. Mit grösster Wahrscheinlichkeit kann ferner der Mandelkern und der vordere Theil der Rinde des Gyrus hippocampi, sowie vielleicht auch das Frontalende des Gyrus cinguli hierher gerechnet werden.

Die Exstirpationsversuche von *Gudden* haben nämlich gelehrt, dass nach Entfernung eines Bulbus olfactorius der Gyrus uncinatus derselben Seite atrophisch wird, so dass über seine Bedeutung als Riechcentrum kaum ein Zweifel bestehen könnte. Allein nach vergleichend anatomischen Untersuchungen, namentlich von *Broca* und *Zuckerkandl*, dürfen auch die an den Uncus sich anschliessende Portion des Gyrus hippocampi und wohl ebenso der vorderste Theil des Gyrus cinguli als Rindencentren des Olfactorius angesehen werden.

Bei jenen Thieren, welche einen entwickelten Geruchsapparat haben, schwillt der Gyrus hippocampi zu einem mächtigen, birnförmigen Lappen an der Basis des Gehirns an und erhält dadurch die Bedeutung eines eigenen Hirnlappens, Lobus pyriformis. Der bei den meisten Thieren glatte, beim Pferde, Tapir und Rhinoceros aber leicht gefurchte *(Zuckerkandl)* Lobus pyriformis ist gegen die übrige Hemisphäre durch die Scissura limbica abgegrenzt. An den meisten menschlichen Hemisphären (86 Procent, *Zuckerkandl)* findet sich wenigstens ein Rudiment dieser Furche, das man von der Seite der Insel her zwischen Temporalpol und Uncus einschneidend mehr oder minder deutlich erkennen kann. Sowohl in Fig. 18 als in Fig. 27 ist dieser Ueberrest der Scissura limbica angedeutet.

Wie sehr das Ammonshorn in inniger physiologischer und anatomischer Beziehung zu den Geruchscentren stehen muss, geht auch daraus hervor, dass dasselbe beim Delphin ganz rudimentär *(Zuckerkandl)*, beim Menschen nur klein und bei den mit gutem Geruchsorgane ausgestatteten Thieren so mächtig entwickelt ist, dass es in Begleitung des Fornix unter dem Corpus callosum weit nach vorne zieht. Unter den Carnivoren ist bei jenen, welche hauptsächlich auf den Geruchssinn angewiesen sind, der Temporallappen auffallend entwickelt, im Vergleiche mit solchen, die sich zum Aufsuchen ihrer Beute und zu ihrem Schutze mehr der anderen Sinne bedienen.

Der Umstand, dass Geruchsempfindungen sich mit Geschmacksempfindungen oder Tastempfindungen aus dem Trigeminusgebiete zu einer nahezu einheitlichen Wahrnehmung vereinigen können, wie dies anderen, differenten Sinnesgebieten, z. B. dem Sehen und dem

Schmecken angehörige Eindrücke in der Regel nicht vermögen, führt zu der Annahme, dass die corticalen Enden des Olfactorius, sowie eines Theiles vom Trigeminus und Glossopharyngeus entweder benachbart sind oder wenigstens eine sehr ausgebildete Verbindung durch associirende Nervenbahnen aufweisen, wenn auch der directe anatomische Nachweis dafür noch nicht geliefert werden konnte.

Einseitigen oder selbst beiderseitigen angeborenen Mangel des Tractus olfactorius fand man wiederholt, auch bei sonst normaler Gehirnbildung. *Kundrat* fasst die verschiedenen Formen von Riechnervendefect unter dem Namen der Arhinencephalie zusammen, meint aber, dass sie immer mit anderweitigen Defectbildungen am Gehirn verbunden seien.

Broca, Anatomie comparée d. circonvol. cérébr. Revue d. Anthrop. 1878 und 1879. *Zuckerkandl*, Ueber das Riechcentrum. Stuttgart 1887. *Zuckerkandl*, Das Riechbündel. Anat. Anz. 1888. *Meynert*, Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten. Vierteljahrsschr. f. Psych. I. Bd. 1867. *Hill*, The Brain mechanism of sight and smell. Brit. medic. Journal 1886. *Hill*, Englische Uebersetzung der 1. Aufl. dies. Buches. *Kundrat*, die Arhinencephalie. Graz 1882. *Bellonci*, Intorno alla struttura dei lobi olfattorij negli Artropodi e nei Vertebrati. Atti d. Lincei 1882. *Obersteiner*, Ursprung und centrale Verbindungen der Riechnerven. Biol. Centralblatt. II. Bd. *Golgi*, Origine del Tractus olfactorius e struttura dei lobi olfattori. Rendic. d. r. ist. lombardo. XV. Bd. *Ganser*, Ueber die vordere Hirncommissur der Säugethiere. Arch. f. Psych. IX. Bd. *Carbonieri*, Contributo clin. alla loc. del centro olfattivo. Riv. cl. di Bologno 1885. *Honegger*, Vergl. anat. Untersuchungen über den Fornix. Recueil zoologique suisse. V. B.

2. Nervus opticus (Sehnerv).

Als periphere Sehnerven im eigentlichen Sinne des Wortes können nur jene äusserst kurzen Fäserchen bezeichnet werden, welche von den Stäbchen und Zapfen der Retina (peripheres Endorgan des Sehapparates) zu den in derselben Membran gelegenen Ganglienzellen führen. Diese letzteren müssen wir, sowie die von ihnen ausgehenden, den Sehnerven constituirenden Fasern bereits als Theile des centralen Nervensystems ansehen. Die Retina mit dem Sehnerven entsteht ja bekanntlich durch zwei frühzeitig auftretende Ausstülpungen des primären Vorderhirns (die primären Augenblasen). Der als Nervus opticus bezeichnete Nervenstrang unterscheidet sich auch dadurch von den peripheren Nerven, dass er nach experimenteller Durchschneidung nicht mehr leitungsfähig zusammenwächst, welche Eigenschaft er mit allen centralen Faserbündeln zu theilen scheint.

Den feineren Bau der Retina, Fig. 146 *R*, wollen wir aber hier nicht weiter besprechen, sondern erst dem Nervus opticus unsere Aufmerksamkeit widmen, der als ein in der Orbita rundlicher, im

Cavum cranii ein wenig plattgedrückter Strang, aus dünnen, markhaltigen Fasern zusammengesetzt, gegen die Hirnbasis zieht und vor dem Tuber cinereum mit dem der anderen Seite das Chiasma nervorum

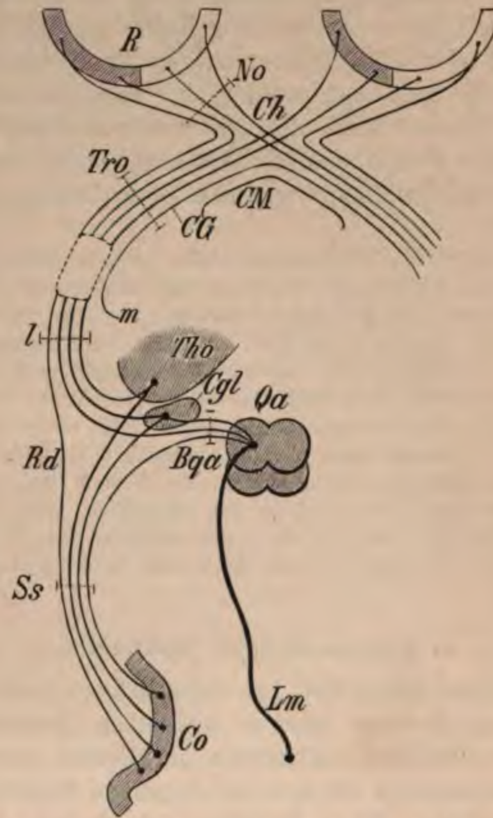


Fig. 146. Schema des centralen Sehapparates, *R* Retina, dunkel, soweit sie von der linken, hell, soweit sie von der rechten Hemisphäre versorgt wird. *No* Nervus opticus, *Ch* Chiasma, *Tro* Tractus opticus, *CM* *Meynert*'sche Commissur, *CG* *Gudden*'sche Commissur, *l* laterale Tractuswurzel, *m* mediale Tractuswurzel, *Tho* Thalamus opticus, *Cgl* Corpus geniculatum laterale, *Qa* Vorderer Vierhügel, *Bqa* Arm des vorderen Vierhügels, *Rd* directe corticale Tractuswurzel, *Ss* Sagittales Marklager des Occipitallappens, *Co* Rinde (vorzüglich des Cuneus), *Lm* mediale Schleife.

opticorum, *Ch* (Fig. 5 und Fig. 10), die Sehnervenkreuzung, bildet, aus welcher wieder die beiden Tractus optici, *Tro,* nach rückwärts ziehen. Nach den Messungen von *Salzer* beträgt der Querschnitt des Nervus opticus beim Menschen im Mittel circa 9 Quadratmillimeter, und nach Abzug der Bindegewebssepta circa 8 Quadratmillimeter, die

Anzahl der Nervenfasern aber im Mittel 438.000, welche Zahlen nur durch die grosse Feinheit der Opticusfasern erklärlich sind.

Die Nervenfasern des Nervus opticus sind zu Bündeln angeordnet, welche am Querschnitte eine unregelmässige runde oder polyedrische Form besitzen und durch dickere oder feinere Septa, die von der Pialscheide des Nerven ausgehen, voneinander getrennt werden. Ins Innere der Bündel dringen feine, secundäre Septa, an die sich reichliche Kerne ansetzen.

Die für das centrale Sehen bestimmten Bündel liegen anfänglich im Nervus opticus in einem Sector beisammen, dessen Spitze nahezu das Centrum des Sehnervenquerschnittes erreicht, während die Basis den lateralen Sehnervenrand einnimmt; weiter cerebralwärts rückt dieses Querschnittsfeld (papillo-maculärer Bezirk) mehr gegen die Mitte des Sehnerven hinein. Die papillo-maculären Fasern, obwohl nur für einen kleinen Theil der Retina — aber für den mit der feinsten Empfindlichkeit ausgestatteten — bestimmt, nehmen beinahe den dritten Theil des gesammten Opticusquerschnittes für sich in Anspruch.

Sowohl die periphersten, der Pia anliegenden Opticusfasern, als auch die centralsten, um die Arteria centralis herumgelegenen sind regelmässig, mit Ausnahme der Neugeborenen, derart atrophirt, dass die Nervenfasern dort vollständig verschwunden sind, und nur das leere Bindegewebsgerüst zurückgeblieben ist *(E. Fuchs)*.

Ausser einer durch directe Leitungsunterbrechung bedingten aufsteigenden (gelegentlich auch absteigenden) secundären Degeneration im Nervus opticus gehen auch bei verschiedenen Nervenkrankheiten primäre atrophische Processe im Sehnerven vor sich, so beispielsweise bei der Tabes dorsalis und bei der progressiven Paralyse, sowie auch in der disseminirten Sklerose. Es kann aber auch ein selbstständiger neuritischer Vorgang im Sehnerven, der primär auftritt und in der Regel interstitieller Natur ist, dessen Atrophie bedingen.

Zweifellos sichergestellt sind im Chiasma der Sehnerven drei Faserarten:

1. Fasern aus den lateralen Netzhauthälften, welche, am Seitenrande des Chiasma verbleibend, im Tractus derselben Seite weiter ziehen.

2. Fasern aus den medialen Retinahälften, welche sich im Chiasma kreuzen und zu dem Tractus der anderen Seite ziehen.

3. Fasern, welche im hinteren Winkel des Chiasma von einem Tractus zum anderen ziehen und sich durch besondere Feinheit auszeichnen, hintere Commissur (*CG, Gudden*'sche Commissur, Commissura inferior, Commissura arcuata posterior).

Wenn sich auch im Chiasma noch andere Faserarten vorfinden sollten, so machen doch die drei genannten jedenfalls die Hauptmasse dieses Gehirntheiles aus. Namentlich wird von Einigen noch eine vordere Commissur (im vorderen Winkel des Chiasma gelegen und beide Retinae verbindend) angenommen.

Das Verhältnis zwischen gekreuztem und ungekreuztem Antheile des Tractus opticus wechselt bei verschiedenen Thieren in hohem Grade. Es scheint, dass beim Menschen relativ am meisten ungekreuzte, bei niederen Säugethieren grösstentheils gekreuzte Fasern vorhanden sind. Bei vielen Fischen fehlen die ungekreuzten Fasern sicher völlig. Auch bei den Vögeln besteht totale Kreuzung, desgleichen bei der Maus, hingegen partielle Kreuzung bei Kaninchen, Hund und Katze, und zwar ist bei dem Ersteren der ungekreuzte Faserzug am kleinsten *(Singer* und *Münzer)*.

Beim Maulwurf ist der ganze Nervus opticus sehr rudimentär und besteht nur aus wenigen, sehr markarmen Fasern; hingegen tritt die weisse Commissura inferior um so deutlicher hervor.

Die Verflechtung der Fasern im Chiasma ist beim Menschen und den Säugethieren eine derartig innige und complicirte, dass Schnittpräparate darüber keinerlei Aufschluss zu geben vermögen; erst die Degenerationsmethode konnte einigermassen Klarheit verschaffen. *Ganser* zeichnet ein menschliches Gehirn, an welchem rechterseits das ungekreuzte Bündel vom Tractus zum Nervus opticus abnormerweise als vollkommen isolirter Strang verläuft. Bei niederen Thieren, namentlich bei den Fischen, sind es gröbere Bündel, die sich durchkreuzen, ja bei manchen Fischen legen sich beide Sehnerven einfach übereinander. Unter den Wirbelthieren sollen einzig und allein bei Bdellostoma (einer Cyklostomenart) die Nervi optici ungekreuzt bleiben.

Aus dem Chiasma entwickelt sich jederseits ein **Tractus opticus**, *Tro,* welcher anfänglich noch der basalen, grauen Substanz anliegt, dann aber an den Hirnschenkel gelangt und sich um dessen vordersten freien Theil herumschlägt.

Es kann nicht sicher angegeben werden, an welcher Stelle am Querschnitte des Tractus opticus die ungekreuzten Bündel liegen (nach *Hebold* am lateralen Rande); es ist überhaupt noch nicht entschieden, ob sie im Tractus ein compactes Bündel bilden und nicht vielmehr mit den gekreuzten Fasern innig vermischt sind.

Am menschlichen Gehirn überzeugt man sich leicht, dass sich der Tractus opticus während seines Verlaufes über den Hirnschenkel hinten in zwei Wurzeln spaltet, von denen die laterale (vordere, äussere) zum lateralen Kniehöcker, die mediale (hintere, innere) Wurzel zum medialen Kniehöcker zu ziehen scheint (Fig. 5 und 6).

1. Die **laterale Wurzel** (Fig. 146, *l*) dringt theilweise in den äusseren, lateralen Kniehöcker, *Cgl*, ein.

Beim Menschen und noch mehr beim Affen hat der **laterale Kniehöcker** am Horizontalschnitte eine exquisit herzförmige Gestalt, und zwar erscheint dieses Herz, dessen Spitze nach vorne sieht, derart tief gespalten, dass man an Frontalschnitten häufig zwei gesonderte Stücke des Corpus geniculatum laterale bekommt; erst auf weiter vorne gelegenen Schnitten vereinigen sie sich zu einem einzigen Körper. Die Structur des Corpus geniculatum laterale ist eine höchst charakteristische, so dass es nicht schwer fällt, dasselbe alsbald zu erkennen; es besteht nämlich aus abwechselnden, unregelmässig ineinandergerollten Schichten grauer und weisser Substanz (Fig. 131, *Cgl*). Die weissen Blätter bilden sich grösstentheils aus Tractusfasern, die grauen Schichten sind zweierlei Art: in einigen finden sich nur grosse rundliche Nervenzellen, in den anderen dichtgedrängte kleine.

Ein beträchtlicher Theil der äusseren Wurzel dringt aber nicht in das Corpus geniculatum laterale selbst ein, sondern gelangt entweder zum Thalamus opticus, *Tho*, oder zum vorderen Vierhügel, *Qa*. Zahlreiche Faserzüge schlüpfen nämlich unter dem äusseren Kniehöcker durch und erreichen dadurch die hintere Abtheilung des Thalamus, das Pulvinar, dessen radiäre Streifung sie zum Theile verursachen; andere ziehen an der äusseren Oberfläche des Kniehöckers weiter nach vorne und betheiligen sich an der Bildung des oberflächlichen weissen Sehhügelbelages (Stratum zonale thalami). Namentlich über das Ende letzterwähnter Fasern ist noch wenig Sicheres bekannt.

Ebenso ziehen Fasern über den äusseren Kniehöcker hinweg, durch den vorderen Vierhügelarm, *Bqa*, zu dem vorderen Vierhügel, *Qa*, derselben Seite, den sie zunächst oberflächlich überziehen. Es steht demnach die äussere Tractuswurzel mit dem Sehhügel, dem äusseren Kniehöcker und dem vorderen Vierhügel in Verbindung. Diese drei genannten grauen Massen haben das gemeinsam, dass von ihnen Stabkranzfasern entspringen, welche sich zu dem sagittalen Marklager des Hinterhauptlappens (*Ss* auf Fig. 15, *Wernicke*) vereinigen; dieses letztere führt vom hinteren Dritttheil des hinteren Schenkels der inneren Kapsel, lateral vom Hinterhorn des Seitenventrikels, zur Rinde der hinteren Grosshirnabschnitte *Co*. Aus dem vorderen Vierhügel gelangen diese Stabkranzfasern durch den vorderen Vierhügelarm *Bqa*, zum sagittalen Marklager.

Ueber die corticalen Enden der optischen Bahnen wird unten die Rede sein.

2. Die **mediale Tractuswurzel**, *m*, ist leicht bis zum **medialen Kniehöcker** zu verfolgen, in welchem ein Theil dieser Fasern endet. Es ist dies ein ovaler grauer Körper, der mit dem Thalamus opticus in der Tiefe zusammenfliesst; in diesem Ganglion sind mittelgrosse Nervenzellen ziemlich gleichmässig verstreut, und zwar erscheinen sie in seinem ventralen Theile ein wenig dichter gedrängt. Die in den inneren Kniehöcker eingedrungenen Fasern finden ihre, wahrscheinlich indirecte, Fortsetzung in dem hinteren Vierhügelarm, durch welchen sie in den hinteren Vierhügel gelangen. Ein anderer kleiner Theil der Fasern aus der inneren Tractuswurzel zieht über den medialen Kniehöcker zum vorderen Vierhügel, und ein letzter, vielleicht ohne Unterbrechung im medialen Kniehöcker, direct in den hinteren Vierhügel. Im hinteren Vierhügelarm ziehen aber auch Fasern gegen das Grosshirn, um — soweit darüber ein Urtheil erlaubt ist — die Grosshirnrinde zu erreichen. Die aus dem inneren Kniehöcker stammenden Hemisphärenbündel scheinen den Temporallappen aufzusuchen, denn *Monakow* erhielt nach Exstirpation dieses Rindentheiles Atrophie des genannten Hirntheiles.

Bei den meisten Säugethieren ist das Pulvinar Thalami sehr schwach entwickelt oder sogar (wenigstens äusserlich) vollständig fehlend. Im gleichen Verhältnisse erscheint aber der äussere Kniehöcker relativ gross. Meist ist dabei auch der mediale Kniehöcker grösser, der z. B. beim Pferde eine besonders mächtige Entwickelung aufweist.

Dritte oberflächliche Tractuswurzel, mittlere Wurzel, benannte *J. Stilling* jenen Faserzug, der zwischen beiden Kniehöckern hindurch zum vorderen Vierhügel gelangt.

Als tiefliegende Tractuswurzel könnte man jene Fasern bezeichnen, welche vor den Kniehöckern in den Hirnschenkelfuss abzweigen, im äussersten Theile desselben (*Wernicke*) kurz verweilen und sich dann dem sagittalen Marklager des Hinterhauptlappens als directe corticale Tractuswurzel anschliessen sollen (*Rd*, directes Hemisphärenbündel von *Gudden*). Diese directe corticale Wurzel enthält wahrscheinlich Fasern von beiden Nervis opticis. *J. Stilling* will einen Theil dieser Fasern im Hirnschenkelfuss auch spinalwärts in die Pyramidenkreuzung verfolgt haben (Radix descendens). Doch erhalten diese absteigenden Bündel nach *Darkschewitsch* ihre Markumhüllung bereits bedeutend früher als die eigentlichen Sehnervenfasern und sind daher von ihnen zu trennen.

Im Tuber cinereum und in jenem Theile der Substantia perforata anterior, über welchen der Tractus hinwegzieht, liegen grosse, gelb pigmentirte Ganglienzellen (basales Opticusganglion), die zuerst

von *J. Wagner* beschrieben wurden. Wahrscheinlich aus ihnen entstammen durch ihr dickeres Caliber ausgezeichnete Nervenfasern, welche sich oberhalb der Sehnervenkreuzung spitzwinkelig kreuzen (Fig. 134) und mit dem Tractus (beim Menschen aber noch durch eine dünne Lage grauer Substanz von ihm geschieden) nach hinten ziehen *(CM, Meynert*'sche Commissur). Diese Fasern verlassen aber schliesslich wieder die Nachbarschaft des Tractus, durchziehen bogenförmig den Pes pedunculi und scheinen im Corpus subthalamicum ihr Ende zu finden.

Oberhalb der *Meynert*'schen Commissur, die früher ihr Mark erhält als der Opticus, sieht man im Tuber cinereum noch feine Fasern, welche sich in der Mittellinie kreuzen (vgl. Fig. 134) und dann divergirend ausstrahlen; *Darkschewitsch* bezeichnet sie als *Forel*'sche Kreuzung im Tuber cinereum.

Eine nicht zu übersehende Wurzel des Nervus opticus tritt aus dem Chiasma direct in das centrale Höhlengrau des dritten Ventrikels ein, basale Opticuswurzel.

Sind beide Nervi optici degenerirt, so geht ein grosser Theil beider Tractus ebenfalls zugrunde und damit atrophiren laterale Kniehöcker, vordere Vierhügel und die hinteren Antheile der Thalami optici (Pulvinar); hingegen bleibt aber ein Rest des Tractus verschont, nämlich, abgesehen von der *Forel*'schen Kreuzung, die *Meynert*sche Commissur und die *Gudden*'sche Commissura inferior, welche — wie aus diesen Versuchen hervorgeht — alle mit dem Nervus opticus selbst nichts zu thun haben, also beim Sehacte direct nicht betheiligt sind. Da der innere Kniehöcker und der hintere Vierhügel ebenfalls keine Atrophie erkennen lassen, so muss man annehmen, dass die Fasern der Commissura inferior in der inneren Tractuswurzel verlaufen; allerdings bilden sie dieselbe nicht allein. Ueber die anderen Bestandtheile der inneren Tractuswurzel weiss man wenig Sicheres.

Zu den Hirntheilen, welche nach Zerstörung eines Auges oder Sehnerven auf der anderen Seite atrophiren, gehört auch der Tractus peduncularis transversus von *Gudden* (Fig. 6, *Tpt)*, der vor dem vorderen Vierhügel beginnt, äusserlich schief über den Hirnschenkelfuss herabzieht, seinen medialen Rand umgreift und vor dem Austritte des Nervus oculomotorius in die Gehirnbasis eindringt. Ueber seinen weiteren Verlauf ist wenig bekannt; *Perlia* hat ein Bündelchen des Tractus peduncularis transversus in den Oculomotoriuskern aufsteigen gesehen.

Endlich findet *Darkschewitsch* nach Exstirpation eines Bulbus auch Atrophie eines Bündels, das an der der Operation gegenüber-

liegenden Seite den Tractus in der Gegend des Corpus geniculatum laterale verlässt, durch den Sehhügel und den Pedunculus conarii zur Zirbeldrüse gelangt und weiterhin durch den ventralen Theil der hinteren Commissur den Oculomotoriuskern (wieder an der Seite der Operation) erreichen und die reflectorische Pupillarreaction vermitteln soll.

Wir können demnach als primäre Centren des Sehnerven (eigentlich würde diese Bezeichnung bereits den Ganglienzellen der Retina gebühren) den lateralen Kniehöcker, den vorderen Vierhügel und den Thalamus anführen. Diese drei grauen Massen vermitteln die Beziehungen des Sehnerven zu anderen Hirntheilen (z. B. die Vierhügel zu den Ursprungskernen der Augenmuskeln), sowie mit der Hirnrinde (durch das sagittale Marklager des Hinterhauptlappens). Ausserdem besteht auch eine directe Verbindung des Sehnerven mit der Hirnrinde (die directe corticale Tractuswurzel).

Jene Theile der Hirnrinde, welche als die letzten Endstätten der optischen Bahnen anzusehen sind, **das corticale Sehcentrum** *(Co)*, kennt man bereits ziemlich genau. *Ferrier* und *Yeo* verlegen nach ihren experimentellen Erfahrungen das Sehcentrum in den Occipitallappen und den Gyrus angularis; *Séguin* glaubt annehmen zu dürfen, dass die Sehstrahlungen hauptsächlich im Cuneus enden, und *Exner* kommt zu dem Schlusse, dass das Rindenfeld des Auges im Occipitallappen und der intensivste Theil desselben am oberen Ende des Gyrus occipit. primus zu suchen sei.

Trotz einzelner abweichender Anschauungen wird man doch nicht irre gehen, wenn man das corticale Sehcentrum in den Occipitallappen, und zwar am wahrscheinlichsten in den Cuneus verlegt; zugleich muss daran festgehalten werden, dass das Sehcentrum jeder Seite in partiell gekreuzter Weise mit beiden Augen verbunden ist.

Nach Zerstörung des Occipitalhirns bei neugeborenen Thieren findet sich Degeneration des Corpus geniculatum laterale, des oberen Zweihügels, des Tractus opticus und selbst des gekreuzten Nervus opticus *(Monakow)*; es ist nicht unwahrscheinlich, dass in Folge von Erkrankung des Hinterhauptlappens ähnliche Degenerationen, allerdings in weitaus geringerem Grade, auch beim Erwachsenen in den optischen Bezirken des Mittelhirns auftreten können *(Moeli)*.

Es muss hier nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, dass Commissura inferior, Corpus geniculatum mediale und hinterer Vierhügel keine directe Beziehung zu dem centralen Sehapparate haben, da sowohl nach Zerstörung der Sehnerven, als auch andererseits nach Läsionen der corticalen Sehsphäre die genannten Hirn-

theile ihre Integrität bewahren. Es ist wahrscheinlich, dass sie den akustischen Centren zuzurechnen sind.

Die physiologische Bedeutung der *Meynert*'schen Commissur ist gleichfalls noch dunkel.

Es wären noch einige Worte über den feineren Bau der Vierhügel nachzuholen:

Man pflegt in den **vorderen Vierhügeln** eine Anzahl von Schichten zu unterscheiden, die sich allerdings in der Regel, namentlich an Karminpräparaten, nicht sehr scharf voneinander abheben.

Es wurde früher auf jenen deutlich sichtbaren Bogen von Markfasern aufmerksam gemacht (vgl. Fig. 130 und 131), welche an Querschnitten durch das vordere Vierhügelpaar über den Aquäductus hinwegziehen. Es wird dadurch ein den Aquäductus umgebendes graues Feld ziemlich scharf abgegrenzt, das centrale Höhlengrau; das Gebiet lateral und dorsal davon bis zu dem Arm des hinteren Vierhügels, *Brqp*, gehört dem vorderen Vierhügel an.

Wir treffen daselbst, von aussen nach innen vorschreitend (Fig. 131):

1. Einen dünnen peripheren Belag weisser Fasern, der wahrscheinlich direct aus dem Opticus stammt (Stratum zonale, oberflächliches Mark). — Bei vielen Säugethieren (Pflanzenfressern) ist diese Schichte so dünn, dass der beim Menschen weisse Vierhügel dort durch die untengelegene graue Substanz eine graue Farbe erhält.

2. Eine nicht sehr breite Schichte aus grauer Substanz mit wenigen und nur kleinen Ganglienzellen (periphere graue Schichte, Cappa cinerea, Stratum cinereum).

3. Graue Substanz mit kleinen Ganglienzellen und zahlreichen, sagittal verlaufenden, feinen Nervenfasern, die aus dem vorderen Vierhügelarme stammen (Strato bianco-cinereo superficiale, *Tartuferi*). *Ganser* zerlegt diese Schicht in drei Abtheilungen, von denen die äussere und die innere vorwiegend aus Fasern, die mittlere aus Grau besteht. Dieses Gebiet entspricht dem eigentlichen Kerne des vorderen Vierhügels, *Nqa*; es ist aber schwer gegen die zweite Schichte abzugrenzen.

4. Die vierte Schichte, welche gegen die centrale graue Substanz um den Aquäductus deutlich abgegrenzt ist (Strato bianco-cinereo profondo, tiefliegendes Mark, Schleifenschichte), besteht aus grauer Substanz mit den gleichen Nervenzellen wie in den früheren Schichten, allein die Nervenfasern werden gegen die Tiefe zu (und auch gegen das Dach des Aquäductus zu) immer dichter und verlaufen bogenförmig. Sie stammen wahrscheinlich zum grossen Theile aus der Schleife (vgl. pag. 330). Die innersten dieser Fasern haben zu den

Vierhügeln keine weitere Beziehung, sie gehören der absteigenden Trigeminuswurzel an und kennzeichnen sich dadurch, dass ihnen sporadische, grosse, blasige Zellen, die mit den übrigen Nervenzellen dieser Gegend nicht verwechselt werden können, anliegen. Neben Trigeminus- und Schleifenfasern befinden sich hier endlich noch jene Haubenbündel, welche sich unter dem Aquäductus gegen die Mittellinie wenden und in die fontainenartige Haubenkreuzung eingehen.

Die Kreuzung oberhalb des Aquäductus im Bereiche der vorderen Vierhügel wird also von Trigeminusfasern, Schleifenfasern und wohl auch von Haubenfasern aus der fontainenartigen Kreuzung gebildet; weitere Bestandtheile, z. B. Commissuren zwischen beiden vorderen Vierhügeln, sind daselbst höchst wahrscheinlich auch vorhanden.

In unmittelbarem Anschlusse an diese Kreuzung (Sagittalschnitte lassen dies erkennen) folgt nach vorne zu die **hintere Commissur.** Wir haben in derselben bereits ein Haubenbündel gefunden (Fig. 132, *Fcop),* das zu dem Thalamus der anderen Seite hinüberzieht; dieses Bündel lässt sich, wie man namentlich an niederen Wirbelthieren deutlich sehen kann, lateral und ventral vom hinteren Längsbündel weit hinab in die Medulla oblongata *(Edinger)* verfolgen; ferner kennen wir in der hinteren Commissur jenen Faserzug, welcher durch den Thalamus und die Zirbeldrüse zum Oculomotoriuskern (namentlich dem kleinzelligen, oberen Kern von *Darkschewitsch*) der anderen Seite gelangt. Die übrige bedeutend mächtigere Fasermasse der Commissura posterior ist noch nicht richtig erkannt; es scheint aber, dass Schleifenfasern, vielleicht auch Fasern aus dem hinteren Längsbündel und aus dem vorderen Vierhügelarm sich an der Kreuzung betheiligen. Jedenfalls muss man mit *Darkschewitsch* in der hinteren Commissur einen dorsalen und einen ventralen Antheil unterscheiden. In ersterem sollen auch Fasern aus dem tiefliegenden Vierhügelmark zur Hirnrinde der anderen Seite verlaufen.

Die hintere Commissur ist bei allen Wirbelthieren deutlich vorhanden *(Edinger)* und (besonders ihr ventraler Theil) eines der ersten Bündel, das sich mit Mark umhüllt.

Bei schwacher Vergrösserung lässt sich am Querschnitte der vorderen Vierhügel meist auch eine leichte radiäre Streifung erkennen. Dieselbe rührt einerseits von den eindringenden Gefässen her, die diese Verlaufsrichtung einschlagen, andererseits biegen viele Schleifenfasern gegen die oberflächlichen Schichten in radiärer Direction ab. Andere von *Meynert* und *Tartuferi* beschriebene nervöse Radiärfasern dringen vom Vierhügel in die centrale graue Substanz um den Aquäductus ein und sollen die Verbindung mit den dort gelegenen Kernen der Augenmuskelnerven herstellen.

Hervorzuheben ist ferner die grosse Anzahl sehr fortsatzreicher Spinnenzellen im vorderen Vierhügelgebiete, wodurch diese Gegend ihre auffallende relative Härte und Festigkeit erlangen dürfte.

Der vordere Vierhügel steht daher mit folgenden Gehirntheilen sicher in Verbindung:

1. Mit dem Tractus opticus direct, durch den vorderen Vierhügelarm.

2. Mit dem lateralen Kniehöcker und dadurch indirect mit dem Tractus opticus.

3. Mit der Rinde des Occipitalhirns durch den vorderen Vierhügelarm und das sagittale Marklager.

4. Mit dem Rückenmarke (Hinterstränge) durch die mediale Schleife.

5. Mit den Kernen der Augenmuskelnerven.

Nach *Darkschewitsch* vertheilen sich beim Kaninchen die Tractuswurzeln hauptsächlich in den zwei vorderen Dritttheilen des vorderen Vierhügels derselben Seite, und zwar an seiner äusseren Peripherie, während die Fasern zur Grosshirnrinde von seiner medialen Seite ausstrahlen.

Nach Zerstörung der Sehnerven geht in der dritten Schichte des vorderen Vierhügels hauptsächlich das äussere Marknetz zugrunde (das auch beim Maulwurfe und bei der Fledermaus schlecht entwickelt ist), es steht daher in directer Beziehung zum Tractus opticus, während die innere, tiefliegende Markabtheilung dieser Schichte auf dem Wege der inneren Kapsel mit der Hinterhauptsrinde verbunden ist; diese Markfasern atrophiren nämlich nach Zerstörung der eben gedachten Rindenpartien *(Ganser)*.

An den **hinteren Vierhügeln** (Fig. 129) unterscheiden wir zunächst ebenfalls ein Stratum zonale, unter welchem ein beim Menschen biconvexer grauer Körper, das Ganglion des hinteren Vierhügels, liegt; — die Ganglien beider Seiten gehen eine Strecke lang in der Mittellinie oberhalb des Aquäductes ineinander über, und enthalten viele kleine und nur wenige grosse Ganglienzellen; ventral-medianwärts reichen sie bis nahe an die absteigende Trigeminuswurzel heran. Aus dem vorderen und lateralen Theile dieser grauen Masse ziehen Fasern in den hinteren Vierhügelarm und von da wahrscheinlich zum Grosshirn, während ebenfalls durch den hinteren Vierhügelarm herantretende Fasern die hauptsächliche Verbindung mit der inneren Tractuswurzel vermitteln dürften. In den ventralen und lateralen Theil des Ganglions sieht man die Fasern der lateralen Schleife eintreten. Auch zwischen den beiden hinteren Vierhügeln ist oberhalb des Aquäductes eine Kreuzung vorhanden, in welche ein

Theil der lateralen Schleife eingeht, doch dürften hier auch Commissurenfasern verlaufen.

Bei den meisten Säugethieren präsentirt sich das hintere Vierhügelpaar als äusserlich sichtbare Erhabenheit; bei den Pflanzenfressern erscheint es neben den besonders stark entwickelten (äusserlich grauen, vgl. pag. 77) vorderen Vierhügeln relativ klein, bei den Carnivoren hingegen sind die (äusserlich weissen) vorderen und hinteren Vierhügel ziemlich gleich gross. In den niederen Wirbelthierclassen reducirt sich der hintere Vierhügel auf ein äusserlich meist nicht sichtbares unbedeutendes Ganglion im hinteren Theile des Lobus opticus.

Die Verbindungen des hinteren Vierhügels sind weitaus unklarer als die des vorderen, und zwar:

1. Mit der inneren Tractuswurzel indirect durch den medialen Kniehöcker (vielleicht auch direct).

2. Mit der Grosshirnrinde (1. und 2. vermittelst des hinteren Vierhügelarmes).

3. Mit spinalwärts gelegenen Theilen (vorzüglich dem Akusticusgebiete) durch die laterale Schleife.

Salzer, Die Anzahl der Sehnervenfasern und der Retinazapfen im Auge des Menschen. Wien. Sitzungsber. 91. Bd. 1880. *Fuchs E.,* Die periphere Atrophie des Sehnerven. Graefe's Archiv. 31. Bd. *Hebold,* Der Faserverlauf im Sehnerven. Neur. Centralbl. 1891. *Henschen S. E.,* Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns I. Upsala 1890. *Michel,* Ueber Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung. Festschrift. Würzburg 1887. *Singer* und *Münzer,* Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung. Denkschr. d. Wien. Akad. 55. Bd. 1888. *Gudden,* Ueber einen bisher nicht beschriebenen Nervenfaserstrang. Arch. f. Psych. 2. *Gudden,* Experimentaluntersuchungen über das periphere u. centrale Nervensystem. Arch. f. Psych. 2. *Stilling J.,* Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. Kassel 1882. *Darkschewitsch,* Ueber die sogenannten primären Opticuscentren. Arch. f. An. u. Phys. An. Abth. 1886. *Darkschewitsch,* Ueber die Pupillarfasern des Tractus opticus. Neurol. Centralblatt 1887. *Darkschewitsch,* Ueber die Kreuzung der Sehnerven. Graefe's Arch. 37. Bd. *Darkschewitsch,* Zur Anatomie des Corpus quadrigeminum. Neurol. Centralblatt. 1885. *Darkschewitsch,* Ueber die hintere Commissur des Gehirns. Neurol. Centralblatt 1885. *Bechterew,* Ueber den Verlauf der die Pupille verengernden Fasern. Pflüger's Arch. 31. Bd. 1883. *Bechterew,* Experimentelle Ergebnisse über den Verlauf der Sehnervenfasern. Neurol. Centralblatt 1883. *Monakow,* Ueber einige durch Exstirpation circumscripter Hirnrindenregionen bedingte Entwickelungshemmungen des Kaninchenhirns. Arch. f. Psych. 12. Bd. *Monakow,* Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der Sehsphäre zu den infracorticalen Opticuscentren. Arch. f. Psych. 14., 16., 20. Bd. *Ganser,* Ueber die Anordnung der Sehnervenfasern. Arch. f. Psych. XIII. *Ganser,* Untersuchungen über das Gehirn des Maulwurfes. Morphol. Jahrb. VII. *Moeli,* Veränderungen des Tractus und Nervus opticus bei Erkrankungen des Occipitalhirns. Arch. f. Pych. 22. Bd. 1890. *Edinger,* Neurol. Centralblatt 1890. Nr. 13. *Spitzka,* Vorläufige Mittheilung über einige durch die Atrophiemethode erzielte Resultate. Neur. Centralblatt 1885. *Tartuferi,* Sull' anatomia minuta dell' eminenze bigemine anteriori. Archivio ital. p. l.

mal. nerv. 1885. *Tartuferi*, Contributo anatomico-sperimentale alla conoscenza del tratto ottico e degli organi centrali dell' apparato della visione. Torino 1881. *Tartuferi*, Studio comparativo del tratto ottico e dei corpi genicolati. Torino 1881. *Bellonci*, Sulla terminazione centrale del nervo ottico nei mammiferi. Mem. d. R. Acc. d. Sc. di Bologna 1885. *Wagner J.*, Ueber den Ursprung der Sehnervenfasern im menschlichen Gehirn. Dissert. Dorpat 1862. *Perlia*, Ueber ein neues Opticuscentrum beim Huhne. Graefe's Archiv 1889. 35. Bd. *Pawlowsky*, Ueber den Faserverlauf in der hinteren Gehirncommissur. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 24. Bd.

3. Nervus oculomotorius (gemeinsamer Augenmuskelnerv).

Die Wurzelbündel des Nervus oculomotorius entspringen aus mehreren Gruppen von Nervenzellen, welche im Gebiete des vorderen Vierhügels (und nach vorne darüber ein wenig hinaus, am Boden des dritten Ventrikels) dorsal vom hinteren Längsbündel angetroffen werden (Fig. 130—132, 136, *NIII*). Die Länge des gesammten Oculomotoriuskernes in sagittaler Ausdehnung beträgt 7 bis 10 Millimeter.

Da der Nervus oculomotorius Fasern für eine grosse Anzahl von Muskeln führt, welche eine sehr verschiedenartige und voneinander mehr oder minder unabhängige Function besitzen, so liesse sich schon von vorneherein erwarten, dass auch die Ursprungskerne dieser differenten Bündel voneinander getrennt sein dürften. Bereits eine ziemlich oberflächliche Betrachtung dieses Ursprungsgebietes zeigt in der That, dass wir zunächst Gruppen mit relativ grossen und andere mit kleinen Zellen unterscheiden können, dass aber auch eine weitere Untertheilung dieser Zellgruppen durchgeführt werden kann. Dies gelingt allerdings am Gehirn des Erwachsenen schwerer, hingegen eignet sich das des Neugeborenen sehr gut zu einer solchen Differenzirung.

Die eingehendste Unterscheidung der einzelnen Oculomotoriuskerne rührt von *Perlia* her.

Er unterscheidet zunächst zwei Hauptabtheilungen: die Hauptgruppe und cerebralwärts vor dieser die Vordergruppe.

a) Die **Hauptgruppe** (Fig. 147) besteht jederseits aus:

1. Zwei grosszelligen Kernen *(v)*, welche oberhalb der medialen Hälfte des hinteren Längsbündels *(Flp)* sagittal hintereinander liegen (Nucleus ventralis ant. et post.), daher am Querschnitte, sowie von den nächstgenannten Kernen jederseits immer nur einer zu sehen ist.

2. Zwei ebenfalls hintereinander gelagerte grosszellige Kerne *(d)* oberhalb der lateralen Hälfte des hinteren Längsbündels (Nucleus dorsalis anterior et posterior). Beim Erwachsenen sind diese genannten vier grosszelligen Kerne (1 und 2) nur mehr schwer auseinander zu halten und können als Lateralkern zusammengefasst werden.

3. Ein unpaarer grosszelliger Kern liegt, etwas mehr cerebralwärts beginnend, in der Mittellinie; der Centralkern *(c)*; am Querschnitte erscheint er mandelförmig.

4. Dorsal von dem grosszelligen Lateralkern liegen Gruppen kleinerer Zellen, *(EW)* der *Edinger-Westphal*'sche Kern.

b) Die **Vordergruppe** etwa in der Gegend der hinteren Commissur besteht aus je zwei Kernpaaren mit mittelgrossen Zellen.

1. Der Nucleus medialis anterior, welcher von dem gleichnamigen Kerne der anderen Seite nur durch das feine Fasersystem der Raphe getrennt ist und mit diesem einen Doppelkern bildet.

2. Am weitesten nach vorne reicht endlich der Nucleus lateralis anterior (oberer Oculomotoriuskern von *Darkschewitsch*) in gleicher Höhe mit dem ventralen Rande des Aquäductus. In diesen Kern lassen sich ventrale Fasern der hinteren Commissur verfolgen (pag. 358).



Fig. 147. Schematischer Querschnitt durch die Hauptgruppe des Oculomotoriuskernes. *c* Centralkern, *d* und *v* Nucleus dorsalis und ventralis, die zusammen den Lateralkern bilden, *EW Edinger-Westphal*'scher Kern, *AS* Aquaeductus Sylvii, *Flp* Fasciculus longitudinalis posterior.

In Fig. 130 und 131 (in der Höhe der Hauptgruppe) entspricht das mit *NIII* bezeichnete Gebiet dem Lateralkerne; zwischen beiden Lateralkernen, an der Mittellinie, wäre in Fig. 131 der Centralkern zu suchen, während die *Edinger-Westphal*'schen Kerne durch die dorsal vom Lateralkerne liegenden Zellgruppen repräsentirt erscheinen.

Durch das Gebiet der Vordergruppe fällt der Schnitt Fig. 132; der Nucleus medialis anterior kann hier deutlich erkannt werden, desgleichen der Nucleus lateralis anterior, welcher an der linken Seite des Bildes durch die Contour, oberhalb des hinteren Längsbündels, umgrenzt ist.

In welcher Weise die Wurzelbündel des Nervus oculomotorius in schönen Bögen durch das hintere Längsbündel zunächst in die Haubenregion und weiter bis zu ihrer Austrittsstelle gelangen, ist ausführlich beschrieben worden. In den distalsten (hintersten) Querschnittsebenen, in welchen noch Wurzelfasern des Nervus oculomotorius vorhanden sind, verlaufen diese durchwegs weit lateral und halten sich von der Raphe mehr entfernt.

Die Austrittsstelle der meisten Oculomotoriusfasern haben wir bekanntlich im Trigonum interpedunculare, namentlich im Sulcus

oculomotorii zu suchen; nicht selten aber durchsetzen einzelne Bündel den Hirnschenkelfuss; jenes Bündel, welches mitunter als abnorme laterale Wurzel (pag. 77) zu sehen ist und ziemlich weit seitlich austritt, muss in gleicher Weise durch den Hirnschenkelfuss durchtreten.

Gudden hat zuerst für das Kaninchen einen halbgekreuzten Ursprung des Nervus oculomotorius nachgewiesen. Bei diesem Thiere zerfällt nämlich der Kern jeder Seite in zwei Hauptabtheilungen; die ventrale Zellgruppe steht in Beziehung zu dem gleichseitigen Nerven, während aus der dorsalen Gruppe gekreuzte Fasern entspringen. Die ventrale Gruppe liegt ein wenig mehr cerebralwärts als die dorsale und zerfällt selbst wieder in zwei hintereinander gelegene Gruppen.

Es muss ja der Oculomotorius, wie jeder motorische Nerv, auch einen theilweise gekreuzten Ursprung haben; einen solchen gekreuzten Antheil könnte man nun allerdings im Nervus trochlearis vermuthen; da aber Oculomotorius und Trochlearis verschiedene Muskeln versorgen, so ist darin die Analogie mit der für jeden motorischen Nerven geforderten doppelten Ursprungsweise (vgl. Fig. 91) nicht hergestellt und wir werden demnach dahin gedrängt, auch für den Menschen die von *Gudden* beim Kaninchen nachgewiesene partielle Kreuzung der Oculomotoriuswurzeln als höchst wahrscheinlich zu acceptiren; wir dürfen dies um so eher, als im Oculomotoriusgebiete zahlreiche Fasern die Mittellinie überschreiten und ferner auch die meisten der vom Nervus oculomotorius versorgten Muskeln gleichzeitig bilateral zu arbeiten pflegen. *Perlia* hat auch in der That diesen gekreuzten Ursprung des Oculomotorius beim Menschen (ausserdem bei verschiedenen Säugethieren, dem Huhne und dem Frosche) gesehen.

Am Gehirn junger Katzen kann man zwischen den Oculomotoriuskernen der beiden Seiten zahlreiche Commissurenfasern die Mittellinie überschreiten sehen; dieselben finden sich hauptsächlich in der hinteren (spinalen) Hälfte des Kerngebietes und werden frühzeitig markhaltig (*Nussbaum*).

Ausserdem vermitteln im Oculomotoriusgebiete zahlreiche longitudinale Fasern die Verbindung zwischen den hintereinandergelegenen Zellgruppen.

Duval und *Laborde* haben auf eine gekreuzte Beziehung des Nervus oculomotorius zu dem contralateralen Ursprungskerne des Nervus abducens hingewiesen, welche durch die hinteren Längsbündel vermittelt werden soll. Es scheint, dass die betreffenden Fasern, falls sie thatsächlich vorhanden sind, den Abducenskern an seinem cerebralen Pole verlassen, sich dem hinteren Längsbündel anschliessen,

weiterhin aber etwas ventral in das Haubengebiet hinabsinken und sich nicht weit spinalwärts vom Oculomotoriuskerne in der dorsalen Haubenkreuzung auf die andere Seite begeben *(Nussbaum)*; dort würden sie die Wurzelfasern des Oculomotorius treffen, denen sie sie sich an ihrer medialen Seite anschliessen. Hierdurch wäre die anatomische Grundlage gegeben für das physiologische Zusammenwirken des Musculus rectus externus der einen, und des Musculus rectus internus der anderen Seite. Wenn man aber die Anschauung *Spitzka's* mit geringer Modification acceptirt (wonach die gekreuzten Oculomotoriusfasern hauptsächlich den Musc. rectus internus versorgen), erscheint eine Kreuzung in dem Sinne von *Duval* und *Laborde* nicht mehr nöthig; es genügt dann eine in den hinteren Längsbündeln zu suchende Verbindung zwischen Abducens- und Oculomotoriuskern derselben Seite, um für den Synergismus zwischen Musculus rectus internus der einen und rectus externus der anderen Seite auch eine anatomische Grundlage zu besitzen.

Nach den Reizversuchen, welche *Hensen* und *Völkers* am Hunde vorgenommen haben, stammen die einzelnen Endäste des Nervus oculomotorius aus verschiedenen, sagittal hintereinander angeordneten Abtheilungen des Kernes, die sich anatomisch nur mangelhaft trennen lassen. Am weitesten cerebralwärts, vorne, liegt beim Hunde der Ursprungskern für die Accommodationsnerven, hinter diesem entspringen die Nerven für den Sphincter iridis, dann für den Musculus rectus internus, rectus superior, levator palpebrae, rectus inferior und zumeist nach hinten für den Musculus obliquus inferior. Dem hintersten (spinalsten) Theile des Oculomotoriuskernes entstammen, sicher wenigstens bei Kaninchen und Meerschweinchen, die Fasern des oberen Facialis, namentlich für den Orbicularis palpebrae, welcher ja in besonders inniger functioneller Beziehung zum Sehacte und zur äusseren Augenmusculatur steht *(Mendel)*; diese Fasern ziehen im hinteren Längsbündel bis zum Facialisknie hinab und schmiegen sich hier den anderen Wurzelfasern des Nervus facialis an.

Beim Menschen sind kleine, umschriebene Destructionsherde, welche nur eine Zellgruppe des Oculomotoriuskernes zerstören würden, äusserst selten. In dieser Beziehung sind namentlich die Beobachtungen von *Kahler* und *Pick* massgebend; darnach würden die pupillären Fasern des Nervus oculomotorius in seinen vordersten Wurzelbündeln verlaufen; die hinteren Wurzelbündel sollen für die äusseren Augenmuskeln bestimmt sein und sich in eine laterale Gruppe für Levator palpebrae (am weitesten lateral), dann Rectus superior und Obliquus inferior, die ja auch functionell enge miteinander verknüpft sind, und in eine mediale Gruppe für Rectus internus und Rectus inferior trennen lassen.

In mehreren Fällen *(Leube, Spitzka)* fand sich Ptosis mit Zerstörung des lateralsten Theiles der grosszelligen Oculomotoriusgruppen derselben Seite; hier wird man also den Ursprung der Fasern für den Musculus levator palpebrae suchen dürfen. Die Accommodations- und die Pupillarfasern verlaufen nahe der Mittellinie bis zu ihrem Austritt und werden daher bei Erkrankungen des Hirnschenkelfusses, wenn auch alle anderen Oculomotoriusgebiete gelitten haben, intact bleiben können.

Es muss angenommen werden, dass der Oculomotoriuskern einerseits mit dem centralen Sehapparate, sowie andererseits mit motorischen Partien der Hirnrinde in enge Verbindung gesetzt ist; doch sind alle Kenntnisse, die wir diesbezüglich besitzen, noch sehr mangelhaft.

In ersterer Beziehung darf zunächst auf jene Radiärfasern hingewiesen werden, die aus dem Kern des vorderen Vierhügels gegen das centrale Höhlengrau, in welchem der Oculomotoriuskern eingebettet ist, hinstreben (pag. 360). *Darkschewitsch* findet, dass von seinem oberen Oculomotoriuskerne (Nucleus lateralis anterior von *Perlia)* Fasern zu dem ventralen Theile der hinteren Commissur ziehen, weiterhin durch die Glandula pinealis und den Zirbelstiel passiren und in der Gegend des Corpus geniculatum laterale den Tractus opticus erreichen (pag. 358). Nach der Anschauung *Bechterew's,* die aber anatomisch nicht genügend gestützt wird, sollen jene centripetalen Fasern des Sehnerven, welche zur reflectorischen Contraction der Pupille dienen, nicht im Tractus opticus nach hinten verlaufen, sondern bereits in der Gegend des Chiasma in die Gehirnsubstanz eintreten und im centralen Höhlengrau des dritten Ventrikels ungekreuzt zum Oculomotoriuskerne ziehen.

Auch der Tractus peduncularis transversus dürfte eine indirecte Verbindung des Oculomotoriuskernes mit dem Sehnerven darstellen.

Die Verbindung des Oculomotoriuskernes mit der Grosshirnrinde dürfen wir wahrscheinlich in solchen Fasern suchen, welche vom Kerne ausgehend zur Raphe gelangen, sich dort spitzwinkelig kreuzen und ventralwärts gegen den Hirnschenkelfuss ziehen, dem sie sich an seiner medialen Seite anlegen. Dorsal vom Oculomotoriuskerne findet man ein feines Nervennetz (wie eine Wolke, *Perlia),* aus welchem sich vielleicht die corticalen Oculomotoriusfasern sammeln.

Zu welcher Gegend der Grosshirnrinde aber diese Bündel vom Oculomotoriuskerne durch den Stabkranz ziehen, ist bisher noch nicht festzustellen gewesen. Das Gleiche gilt für die Beziehungen der beiden anderen Augenmuskelnerven zur Grosshirnrinde. Da bei corticalen (namentlich syphilitischen) Erkrankungen als einziges

Symptom von Seite der Augenmuskelnerven Ptosis vorkommen kann, so scheinen die für den Levator palpebrae bestimmten cerebralen Bahnen sich auf ihrem Wege zu der Hirnrinde von denen für die anderen Augenmuskeln zu trennen. Das Rindencentrum für den Levator palpebrae hat man im Gyrus angularis gesucht, da circumscripte Erkrankungen dieser Rindenpartie mitunter mit Lähmung des contralateralen Augenlides angetroffen werden.

Beim Maulwurfe fehlen die sämmtlichen Augenmuskelnerven und die dazu gehörigen Kerne vollständig *(Gudden)*. Auch bei allen Säugethieren lassen sich die Oculomotoriuskerne deutlich in eine Anzahl von Zellgruppen untertheilen, die eine gewisse typische Anordnung, ähnlich der für den Menschen angegebenen, zeigen. Bei den Vögeln kann man zwei übereinandergelagerte Zellgruppen im Oculomotoriuskerne unterscheiden, während bei den Reptilien im Allgemeinen eine solche Differenzirung — die also beim Menschen am ausgesprochensten ist — kaum mehr erkannt werden kann *(Spitzka)*.

Perlia, Die Anatomie des Oculomotoriuscentrums beim Menschen. Graefe's Archiv. 35. Bd. 1889. *Westphal*, Ueber einen Fall von chronischer progress. Lähmung der Augenmuskeln. Arch. f. Psych. XVIII Bd. *Westphal*, Neurol. Centralblatt 1888. *Edinger*, Verl. der central. Hirnnervenbahnen. Ber. d. X. Versammlung süd-westdeutscher Neurologen. Arch. f. Psych. 16. Bd. 1885. *Gudden*, Gesammelte Abhandl. Wiesbaden 1889. *Darkschewitsch*, Ueber den oberen Oculomotoriuskern. Arch. f. Anat. und Physiol. An. Abth. 1889. *Darkschewitsch*, Ueber die hintere Commissur des Gehirns. Neurol. Centralblatt.. 1885. *Nussbaum*, Ueber die wechselseitigen Beziehungen zwischen den centralen Ursprungsgebieten der Augenmuskelnerven. Wien. med. Jahrb. 1887. *Duval* et *Laborde*, De l'innervation des mouvements associés des globes oculaires. Journ. de l'Anat. 1880. *Obersteiner*, Anzeig. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1880. *Spitzka*, The oculo-motor centres and their co-ordination. The journ. of nerv. and ment. dis. 1888. *Graux*, De la paralysie du moteur oculaire externe. Paris 1878. *Kahler* und *Pick*, Zur Localisation central bedingter, partieller Oculomotoriuslähmungen. Arch. f. Psych. X. *Kahler* und *Pick*, Zur Localisation partieller Oculomotoriuslähmung. Prager Zeitschr. f. Medicin 1881. *Hensen* und *Völkers*, Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven. Arch. f. Ophthalmol. 24. Bd. 1878. *Duval*, Recherches sur l'origine réelle des nerfs cran. Journ. de l'Anat. 1880. *Staar*, Ophthalmoplegia externa partialis. Journ. of nerv. and ment. dis. 1888. *Schiller H.*, Compt. Rend. 1889.

4. Nervus trochlearis (Rollmuskelnerv, oberer Augenmuskelnerv, Nervus patheticus).

Der Ursprungskern des Nervus trochlearis (vorderer Trochleariskern) ist als distale Fortsetzung des Oculomotoriuskernes anzusehen und mitunter von diesem nicht sehr scharf getrennt. Er liegt ebenfalls dorsal vom hinteren Längsbündel (Fig. 129 u. 136, *NIV*), und zwar theilweise in einer vertieften Rinne desselben. Da der

Trochleariskern in Querschnittsebenen situirt ist, welche dem vorderen Theile des hinteren Vierhügels entsprechen, der Austritt dieses Nerven aber erst weiter hinten durch das vordere Ende des vorderen Marksegels erfolgt, so ergibt sich, dass die Wurzelbündel des Trochlearis intracerebral eine Strecke weit spinalwärts verlaufen müssen, um zur Austrittsstelle zu gelangen (vgl. besonders Fig. 136). Doch gestaltet sich dieser Verlauf noch etwas complicirter. Die meist aus der lateralen und dorsalen Seite des Kernes entspringenden Wurzelfasern ziehen nämlich an der dorsalen Fläche des hinteren Längsbündels lateralwärts (Ursprungsschenkel, Kernschenkel), erhalten dabei vielleicht aus letzterem noch einen kleinen Zuwachs und sammeln sich dann medial von der absteigenden Trigeminuswurzel zu zwei bis drei runden Bündeln, welche weiterhin direct spinalwärts (und ein wenig dorsalwärts) umbiegen (Mittelstück, absteigender Schenkel, Fig. 128, *IV*[1]). Den Beginn des vorderen Marksegels erreichen sie neben dem dorsalen Ende des Querschnittes der absteigenden Trigeminuswurzel; hier wenden sie sich im scharfen Bogen medianwärts und ziehen im Dache des Aquäductus (respective des proximalen Winkels des vierten Ventrikels), das sie an dieser Stelle fast ausschliesslich darstellen (Fig. 128, *IV*[2]), quer nach der anderen Seite, um dort neben dem Bindearm auszutreten (Fig. 128, *IV*[3], Wurzelschenkel, Austrittsschenkel). Die Trochleariskreuzung im vorderen Marksegel gehört zu den am meisten sicher gestellten Thatsachen der feineren Hirnanatomie; es ist aber nicht unmöglich, dass ein, allerdings sehr geringer, Antheil der Trochlearisfasern ungekreuzt in die Wurzel der nämlichen Seite übergeht, so dass auch für den Trochlearis das allgemeine Gesetz über die partielle Kreuzung der motorischen Nervenwurzeln gelten würde; nur überwiegen hier ausnahmsweise die gekreuzten Wurzelbündel. *J. Stilling* beschreibt eine feine Wurzel, welche, aus dem Kleinhirn kommend, durch die Lingula cerebralwärts verlaufen und sich, vielleicht ungekreuzt, dem Trochlearis anlegen soll. Eine rundliche Gruppe kleinster Nervenzellen, die sich spinalwärts unmittelbar an den eigentlichen (vorderen) Trochleariskern anschliesst (vgl. Fig. 128 ohne Bezeichnung), wurde von *Westphal* auch mit dem Nervus trochlearis in Beziehung gebracht (*Westphal*'scher oder hinterer Trochleariskern).

Nicht alle Fasern, welche in der Trochleariswurzel gegen das Velum medullare ziehen, treten direct aus dem Kerne heraus; allerdings sieht man viele Wurzelfasern den lateralen und namentlich dorsalen Rand desselben verlassen (Fig. 129); allein während dieses Bündel die dorsale Grenze des Kernes darstellt, erschöpft es sich weitaus nicht vollständig; es bleibt noch ein grosser Faser-

antheil übrig, welcher knapp ober dem medialen Abschnitt des hinteren Längsbündels sichtbar ist, sich um dessen medialen Rand herumschlägt und nun ventralwärts verfolgt werden kann. Wenn auch einzelne dieser Fasern die Mittellinie überschreiten und dadurch vielleicht den gekreuzten Antheil der Trochleariswurzel darstellen mögen, so gilt dies keineswegs für die Mehrzahl; das Endschicksal dieses letzten Restes ist noch unklar.

Die Verbindungen des Trochleariskernes mit dem Grosshirn (auf dem Wege der Raphe), mit den vorderen Vierhügeln und mit dem hinteren Längsbündel dürfen wir uns ähnlich vorstellen, wie wir dies beim Oculomotoriuskerne gesehen haben.

Gerade für den Trochleariskern lässt sich eine innige Beziehung zum hinteren Längsbündel constatiren; deutlich sieht man zwischen den Ursprungszellen des Nervus trochlearis Fasern auftauchen, welche sich in dem verdickten, kolbigen, medialen Theile des hinteren Längsbündels verlieren. Trotzdem kann eine gekreuzte Beziehung des Trochlearis zum Abducenskerne *(Duval* und *Laborde)* wenigstens für die neugeborene Katze kaum demonstrirt werden *(Nussbaum)*.

Studirt man den intracerebralen Verlauf des Nervus trochlearis bei Thieren, so springen einige wichtige Verschiedenheiten in die Augen, welche namentlich sein Verhalten zur absteigenden Trigeminuswurzel betreffen. Beim Affen, bei welchem dieser Nerv relativ sehr gut entwickelt ist, finden wir die gleichen Verhältnisse wie beim Menschen wieder. Bei der Katze und beim Hunde liegt sein absteigendes Stück lateral von der absteigenden Trigeminuswurzel; beim Pferde legt sich das Trochlearisbündel der absteigenden Trigeminuswurzel lateral so dicht an, dass die Gesammtheit ihrer Fasern nicht, wie bei den meisten Thieren, am Querschnitte eine gerade Linie bildet, sondern an dieser Stelle zu einem medianwärts convexen Bogen ausgebogen wird; dort, wo die Trochleariswurzel sich medianwärts zum vorderen Marksegel wendet, durchbricht sie den dorsalsten Theil der Trigeminuswurzel und ist derart mit ihr verflochten, dass einzelne der leicht kenntlichen runden Trigeminuszellen in das Bündel des Trochlearis gerathen. Bei niederen Säugethieren (Nagern) ist die Durchflechtung von Trochlearis- und Trigeminusbündeln mitunter noch inniger. Bei allen Säugern und auch bei Vögeln kann man die Trochleariskreuzung sehr klar beobachten. Der Trochleariskern liegt bei manchen Säugethieren ganz in der Markmasse des hinteren Längsbündels, kann sogar bis an dessen ventrale Seite herabrücken. In diesen Fällen werden die austretenden Wurzelfasern auf ihrem Zuge lateralwärts sich vielfach mit den Längsfasern des Längsbündels durchflechten müssen. Bei manchen Reptilien

(Anolis und Iguana) soll der Trochleariskern besonders schön entwickelt sein *(Spitzka)*.

Duval und *Laborde*, De l'innervation des mouvements associés des globes oculaires. Journ. de l'Anatomie 1880. *Duval*, Rech. Journ. de l'Anat. 1878, 1879. *Westphal*, Arch. f. Psych. 18. Bd. *Nussbaum*, Wien. med. Jahrb. 1887.

5. Nervus abducens (der äussere Augenmuskelnerv, sechstes Paar, Nervus oculomotorius externus).

Obwohl in der Reihe der Gehirnnerven erst als sechster aufgeführt, soll der Nervus abducens schon hier der Zusammengehörigkeit wegen im Anschlusse an die übrigen Augenmuskelnerven abgehandelt werden.

Den Ursprungskern des Nervus abducens (Facialis-Abducenskern, oberer Facialiskern, Fig. 123 u. 136, *NVI)* haben wir in der dorsalen Haubenregion, in der Nachbarschaft des Facialisknies angetroffen, und zwar als eine ziemlich scharf begrenzte, fast kugelrunde, nur in sagittaler Richtung etwas gestreckte Anhäufung von grossen sternförmigen Zellen. Die einzelnen Wurzelbündel des Abducens, welche in leichtgeschwungenem Bogen dorso-ventral die Haubenregion durchziehen, legen sich an den medialen Rand des Kernes an, umkreisen ihn dorsalwärts, gelangen theilweise bis an seine laterale Seite und senken sich dabei successive in ihn ein, um sich mit den Fortsätzen der grossen Zellen zu verbinden. Ein sehr kleiner, leicht zu übersehender Theil der Abducensfasern wendet sich schon unterhalb des Kernes medianwärts; diese gelangen an die Raphe, scheinen bis zum dorsalen Ende derselben zu ziehen und dann an der anderen Seite unter dem aufsteigenden Stücke des Facialisknies in den gekreuzten Abducenskern einzugehen.

Da die Facialiswurzel während eines grossen Theiles ihres Verlaufes dem Abducenskerne anliegt und thatsächlich Fasern, die aus diesem Kerne zu kommen scheinen, sich dem Facialis anschliessen, konnten Bilder entstehen, welche einen partiellen Ursprung des Nervus facialis aus dieser Zellgruppe vortäuschten. Allein durch *Gudden* und *Gowers* ist es entschiedenst nachgewiesen, dass der Nervus facialis keine Beziehung zu der in Rede stehenden grauen Masse hat, und dass diese anscheinend aus dem Abducenskerne stammenden Fasern, welche sich dem Facialis zugesellen, jenen blos durchsetzen.

Die Verbindung des Abducenskernes mit dem Grosshirn dürfte durch Fibrae arcuatae stattfinden, welche sich in der Raphe kreuzen

und ventralwärts zu den Pyramidensträngen verlaufen. Auf die Beziehung des Abducenskernes zum hinteren Längsbündel und namentlich auf seine etwa dadurch vermittelte Betheiligung an der Bildung des contralateralen Nervus oculomotorius wurde bereits hingewiesen.

Vom Abducenskerne zieht ein directes Faserbündel zur oberen Olive (Stiel der oberen Olive, Fig. 150, *Ost)*, das aber beim Erwachsenen in der Masse markhaltiger Fasern oft schwer zu erkennen ist; da letztere zu dem Hörnerven in inniger Beziehung steht, so wäre damit vielleicht die Bahn nachgewiesen, welche eine reflectorische Seitenwendung der Augen nach der Geräuschquelle vermitteln könnte.

Der Kern des Nervus abducens ist bei allen Säugethieren durch seine Lage im Facialisknie sehr leicht wiederzufinden.

Eine Erkrankung der Kerne für die Augenmuskelnerven, welche (wenigstens in manchen Fällen) der Poliomyelitis analog ist, bezeichnet man mit *Wernicke* als Poliencephalitis superior oder als nucleare Augenmuskellähmung (Ophthalmoplegia nuclearis sive progres siva). Als Poliencephalitis inferior (Bulbärparalyse) bezeichnet man eine entsprechende Degeneration, welche die anderen meist mehr spinalwärts gelegenen motorischen Nervenkerne bis zum Hypoglossuskern hinab befällt, doch können Poliencephalitis superior und inferior sich combiniren. Ebenso können beide Arten der Poliencephalitis acut oder chronisch verlaufen.

Der acuten Poliencephalitis liegt meist ein acuter hämorrhagischer (Poliencephalitis haemorrhagica) oder ein encephalitischer Process zu Grunde.

Bezüglich der chronischen Poliencephalitis darf man annehmen, dass es sich dabei meist um eine primäre Degeneration der Ganglienzellen in den motorischen Nervenkernen handelt; die Degenerationsform kann eine verschiedene, selbst in demselben Erkrankungsherde sein, führt aber immer zur Atrophie. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass in manchen Fällen ein hyperämisch-entzündlicher Process im Bereiche der Nervenkerne das primäre ist, und erst secundär die Degeneration der Ganglienzellen nach sich zieht.

Eine Degeneration einzelner Augenmuskelkerne oder beschränkter Antheile derselben wird mitunter in der Tabes beobachtet.

Mingazzini, Intorno all' origine reale del N. abducens. Gaz. med. di Roma. XVI. Bd. *Gowers*, Ueber den sog. Facialis — Abducenskern. Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1878. *Laura*, Nuove ricerche sull' origine dei nervi cerebrali. Mem. d. r. Ac. d. Torino II, 31, 1878. *Benett und Savill*, A case of permanent conjugate Deviation. Brain. XII. Bd. *Wernicke*, Lehrbuch d. Gehirnkrankheiten, 3. Bd. *Mauthner*, Die Nuclearlähmung der Augenmuskeln. Wiesbaden 1885. *Böttiger*, Beitr. z. Lehre von der chron. progress. Augenmuskellähmung. Arch. f. Psych. 21. Bd.

6. Nervus trigeminus (der dreigetheilte Nerv, Par quintum).

Denken wir uns durch die Substanz der Brücke eine Linie von der Austrittsstelle des Nervus trigeminus ein wenig spinalwärts gegen den Winkel gezogen, den Boden und Decke der Rautengrube miteinander bilden, so stossen wir auf ein Gebiet (vgl. Fig. 125), in welchem Wurzelfasern des Nervus trigeminus aus sehr verschiedenen Gegenden des Centralnervensystems mit einigen neuen Ursprungskernen dieses Nerven zusammentreffen, daher dieses Gebiet auch als Convolutio trigemini bezeichnet wird.

Wir werden die verschiedenen hier zusammenströmenden Wurzelbündel leichter dem Gedächtnisse einprägen wenn wir uns vor Augen halten, dass dieselben aus vier Richtungen (vom Rückenmarke und vom Grosshirn, von der Seite und von der Mitte) herstammen und sich mit weiteren Bündeln, welche in dieser Gegend selbst (aus dem motorischen und dem sensiblen Trigeminuskerne, Fig. 125 und 149 *NVm* und *NVs*, Fig. 148 *Nm* und *Ns*) entstehen, zur Bildung der beiden peripheren Trigeminuswurzeln vereinigen.

Wie wir gesehen haben (pag. 69), tritt der Nervus trigeminus mit zwei Wurzeln, einer kleineren, vorderen motorischen (Portio minor) und einer weitaus stärkeren, hinteren sensiblen (Portio major) aus der Brücke aus. Beide Wurzeln haben vollständig differente Ursprungsgebiete.

Die Austrittsstelle des Trigeminus an der Brücke liegt cerebralwärts von jener Gegend der Haubenregion, in welcher sich die zusammenströmenden Wurzeln sammeln (Fig. 148 und 149); daher erscheint auch bei der von uns gewählten Querschnittsrichtung nie der ganze Verlauf des Nerven durch die Brücke. Die sensible Wurzel, *Rs*, zieht von der Oberfläche in gerader Linie bis zur Convolutio trigemini, die motorische, *Rm*, in einem cerebralwärts convexen Bogen. Wir wollen nun die Provenienz der einzelnen Wurzelfasern betrachten.

1. Weitaus der bedeutendste aller Trigeminusursprünge lässt sich bis in die Gegend des zweiten Cervicalnerven hinab verfolgen. Wir haben aussen um die Substantia gelatinosa herum jenes proximalwärts immer mehr anwachsende, halbmondförmige Bündel kennen gelernt, welches als **aufsteigende Trigeminuswurzel** (Racine bulbaire) bezeichnet wird, *Va* in Fig. 114 bis 124 und 149, *1* in Fig. 148. Sie ist einer der wichtigsten Bestandtheile des sensiblen Trigeminus. Die sensible Trigeminuswurzel verhält sich zum Ganglion Gasseri wie eine hintere Wurzel zu ihrem Spinalganglion. Wir dürfen annehmen, dass ganz ähnliche Ursprungsverhältnisse, wie wir sie für

die hinteren Rückenmarkswurzeln kennen gelernt haben, auch hier Geltung haben werden. Besonders muss auch auf die allerdings noch wenig geklärten Beziehungen zur Substantia gelatinosa hingewiesen werden; so wie die Substantia gelatinosa Rolandi in den Austrittsgebieten der hinteren Wurzeln durchwegs angetroffen wird, begleitet sie auch die im Ganzen rinnenförmige, aufsteigende Trigeminuswurzel, in deren Concavität eingebettet, bis zu ihrer Umbeugungsstelle.

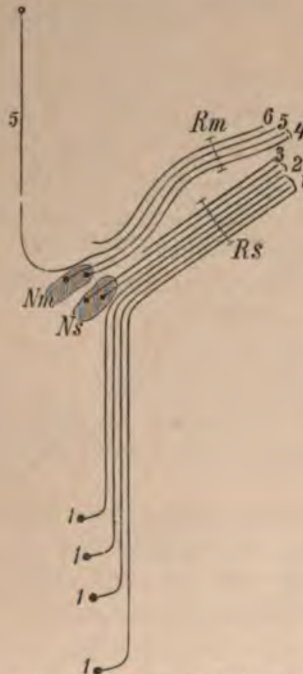


Fig. 148. Schema des centralen Ursprunges vom Nervus trigeminus. *Rs* sensible Wurzel, *Rm* motorische Wurzel, *Ns* sensibler Kern, *Nm* motorischer Kern, *1* aufsteigende Wurzel, *5* absteigende Wurzel.

Längsschnitte, welche man parallel zum Boden der Rautengrube anlegt, lassen die aufsteigende Trigeminuswurzel in ihrem ganzen Verlaufe verfolgen und zeigen deutlich, dass sie ausschliesslich in die sensible Wurzel umbiegt (Fig. 148).

2. Einen **lateralen** Zuwachs erhält der Trigeminus durch Bündel (Fig. 148, *3*), welche aus dem Kleinhirnmarke an der lateralen Seite des Bindearmes herabsteigen; auch sie schliessen sich der sensiblen Wurzel an: *Edinger's* sensorische Kleinhirnbahn; besonders bei Fischen soll dieses Faserbündel sehr ausgebildet sein.

3. Von der **Mittellinie** her gelangen nicht unbedeutende Mengen von Fasern an den Trigeminus. Sie verlaufen mehr oder minder schief auf die von uns gewählte Schnittebene unter dem Ependym des Ventrikels und durchsetzen auch gelegentlich das hintere Längsbündel; theilweise sind sie in Fig. 125, *Vx*, zu sehen. Es sind dies jedenfalls Fasern von verschiedener Bedeutung:

a) Wurzelfasern, welche aus dem motorischen Kerne der anderen Seite, vielleicht auch aus dem sensiblen Kerne stammen.

b) Hirnschenkelfasern, welche auf dem Wege durch die Raphe die Ursprungskerne des Nervus trigeminus mit der Grosshirnrinde in Connex setzen und daher nicht als Wurzelfasern, sondern als centrale Bahn anzusehen sind.

c) Die sogenannte gekreuzte absteigende Wurzel von *Meynert;* der Trigeminus erfährt aus den grossen dunkel pigmentirten Zellen des Locus coeruleus (Substantia ferruginea) eine Bereicherung, und zwar durch Bündel, welche von dieser Zellgruppe dicht unter dem Boden des Ventrikels medianwärts zur Raphe ziehen und nach ihrer Kreuzung, die hinteren Längsbündel durchflechtend und nur wenig spinalwärts gewandt, zur motorischen (oder vielleicht zur sensiblen) Trigeminuswurzel gelangen. Die Zellen der Substantia ferruginea (Fig. 49) haben eine kugelige Form, sie gehören zu den grösseren Zellen (50 bis 60 μ); ihr Pigment ist dunkelbraun und findet sich in der Zelle in verschiedener Menge; während einzelne davon nur sehr wenig enthalten, können andere nahezu vollständig mit den feinen dunklen Körnchen erfüllt sein. Einzelne pigmentirte Zellen des Locus coeruleus kann man bis in die Substanz der Haube hinein verfolgen, andere im Dache des Ventrikels sehen.

4. Aus dem Gebiete des Mittelhirns, von oben her, enthält der Nervus trigeminus einen wichtigen Zufluss an dicken Fasern, welche die **absteigende Wurzel** (Radix descendens, vordere Wurzel, trophische Wurzel von *Merkel*) darstellen (Fig. 126, 128 bis 131 und 149 *Vd* und Fig. 148, *5*).

Die grossen, runden, blasigen Zellen (45 bis 60 μ im Durchmesser), aus denen die Fasern der absteigenden Wurzel entspringen, bilden keine compacte Gruppe, sondern sind sowohl einzeln als auch zu kleinen Träubchen vereinigt am äusseren Rande des centralen Höhlengraues bis in die Gegend der vorderen Vierhügel zu verfolgen. In Grösse und Form gleichen sie übrigens sehr den Zellen der Substantia ferruginea, und letztere zeigen bezüglich des Pigmentgehaltes alle Uebergänge zu den ganz pigmentlosen Zellen der absteigenden Wurzel, mit denen sie sich theilweise vermischen.

Der Querschnitt der absteigenden Trigeminuswurzel bildet eine lange, lateralwärts leicht convexe (bei den meisten Thieren ganz gerade) Figur, welche sich an das hintere Längsbündel und die Zellen der Substantia ferruginea anschliesst; dem medialen Rande der absteigenden Wurzel liegen die beschriebenen Zellen und Zellhäufchen an.

Je weiter wir gegen das Gehirn vorschreiten, desto geringer wird anscheinend hier die Anzahl der Faserquerschnitte; in der Gegend der vorderen Vierhügel zeigen die wenigen noch deutlich sichtbaren Fasern die Tendenz an der äusseren Begrenzung des centralen Höhlengraues, sich gegen die Mittellinie oberhalb des Aquäductus zu wenden; einzelne gelangen auch dahin, wie sich aus dem ausnahmsweisen Vorkommen einer oder mehrerer der charakteristi-

schen blasigen Zellen ergibt. In der Höhe der hinteren Commissur findet man mitunter die letzten ganz vereinsamten Trigeminuszellen.

Wir dürfen uns vorstellen, dass die absteigende Trigeminuswurzel, die sich der Portio minor (nach der Meinung *Bechterew's* aber der Portio major) anschliesst, folgendermassen aufzufassen ist: Die grossen Zellen geben die Ursprungsstätte ab für die spinalwärts ziehenden dicken Wurzelfasern; diese Zellen haben aber auch einen cerebralen Pol, aus welchem sich weitaus feinere Nervenfasern entwickeln, die im Dache des Aquäductus über die Mittellinie zum Grosshirn ziehen. Es wird demnach die absolute Anzahl der Nervenfasern in dem die absteigende Trigeminuswurzel enthaltenden Bündel spinalwärts nicht grösser, es nimmt nur die relative Menge der dickeren Fasern auf Kosten der feineren zu.

5. **Mittlere Wurzeln** des Trigeminus.

a) Aus dem sensiblen Trigeminuskerne (accessorische Kerne). Er besteht aus einer Anzahl dicht gedrängter, kleinerer, unregelmässiger Anhäufungen grauer Substanz, mit eingestreuten kleinen Nervenzellen.

Jener Theil des Trigeminusstammes, der ventral von diesem Kerne bis zu den queren Brückenfasern liegt, erhält in Folge der Durchflechtung mit der hier umbiegenden aufsteigenden Wurzel eine eigenthümliche charakteristische Streifung; in Fig. 125 ist dies deutlich zu sehen. Der sensible Trigeminuskern besitzt eine nicht unbeträchtliche (etwa 4 bis 5 Millimeter) sagittale Ausdehnung und muss von der Substantia gelatinosa unterschieden werden.

b) Der motorische Trigeminuskern (oberer Trigeminuskern, Noyeau masticateur) ist von dem sensiblen Kerne leicht zu unterscheiden. Er liegt der sensiblen Wurzel medial an und bildet eine einheitliche, am Querschnitt ovale graue Masse mit grossen, vielstrahligen Nervenzellen. Seine Sagittalausdehnung ist beträchtlich geringer, als die des sensiblen Kernes. Die Hauptmasse der motorischen Wurzel entspringt hier. Wir dürfen ihn als das proximale Ende jenes Theiles des Vorderhornes (inclusive Seitenhornes) betrachten, welcher gelegentlich der Pyramidenkreuzung von der centralen grauen Masse abgetrennt wurde (Fig. 149). Bei den elektrischen Fischen schwillt der motorische Kern zu einem selbständigen Gehirntheile, dem Lobus electricus, an.

Wenn wir das Gesagte zusammenfassen, so sammelt die sensible Wurzel ihre Fasern (Fig. 148):

1. Aus der aufsteigenden Wurzel, *1.*
2. Aus dem sensiblen Kerne, *2.*

3. Aus dem Kleinhirn, *3.*
4. Aus der Substantia ferruginea der anderen Seite (?).

Die motorische Wurzel wird gebildet von Fasern:

1. Der absteigenden Wurzel, *5.*
2. Aus dem motorischen Kerne derselben Seite, *4.*
3. Aus dem motorischen Kerne der anderen Seite, *6.*
4. Aus der Substantia ferruginea der anderen Seite.

Die **Verbindungen der Trigeminuskerne mit dem Gehirn** werden, schon in Anbetracht der so verschiedenartigen Ursprungsstellen dieses Nerven, sehr mannigfaltige sein müssen.

Gar nichts wissen wir über die centralen Beziehungen der aufsteigenden Wurzel. Die centralen Bahnen der absteigenden Wurzel sahen wir im Bereiche des vorderen Vierhügelpaares oberhalb des Aquaeductus Sylvii die Mittellinie überschreiten. Ferner hatten wir Fasern angenommen, welche vom sensiblen und vom motorischen Kerne auf dem Wege der Raphe zu den Hirnschenkelbahnen gelangen.

Das Rindenfeld für die vom Nervus trigeminus versorgten Muskeln liegt vielleicht im unteren Drittheile der vorderen Centralwindung und den angrenzenden Partien der mittleren und unteren Stirnwindung. Auch eine einseitige Läsion der Rinde linkerseits soll genügen, die Kaumuskeln beider Seiten zu lähmen *(Hirt)*.

Bei den meisten Thieren sind der Nervus trigeminus und seine centralen Ursprungsstätten weitaus stärker ausgebildet als beim Menschen.

Degeneration der aufsteigenden Trigeminuswurzel (einseitig oder beiderseitig) wurde bereits wiederholt und in verschiedenem Grade bei Tabes und in einem Falle von chronischer progressiver Poliencephalitis *(Böttiger)* gesehen; dabei kann auch der sensible Trigeminuskern atrophiren *(Oppenheim)*; Degeneration der absteigenden Trigeminuswurzel ist wohl sehr selten. In der progressiven Bulbärparalyse kann die Degeneration auch den motorischen Trigeminuskern erreichen; da er aber das oberste Ende einer continuirlichen Säule motorischer Zellgruppen darstellt (vgl. Fig. 149), so sind es nur seltene Fälle, in denen der krankhafte Process so weit vorzuschreiten vermochte, ohne vorher das Leben des Individuums zu gefährden.

Bechterew, Ueber die Trigeminuswurzeln. Neurol. Centralblatt 1887. *Merkel*, Die trophischen Wurzeln des Trigeminus. Mitth. d. anat. Inst. zu Rostock 1874. *Hirt*, Zur Localisation des corticalen Kaumuskelcentrums beim Menschen. Berl. klin. Wochenschr. 1887. *Böttiger*, Beitr. zur Lehre von der chron. progress. Augenmuskellähmung. Arch. f. Psych. 21. Bd. *Oppenheim*, Neue Beiträge zur Pathologie der Tabes. Arch. f. Psych. 18. Bd. *Homén*, Zur Kenntniss der Hemiatrophia facialis und des Ursprungs des N. trigeminus. Neur. Centralbl. 1890. *Duval*, Journ. de l'Anat. 1876, 1877, 1878, 1879.

7. Nervus facialis (Gesichtsnerv, Nervus communicans faciei, Portio dura paris septimi).

Der Ursprungskern des Nervus facialis liegt in nächster Nähe jener Stelle, wo der Stamm des Nerven aus dem Gehirn austritt; dennoch müssen die Wurzelfasern innerhalb der Gehirnsubstanz einen grossen Umweg machen; wiederholt schlagen sie eine falsche Richtung ein, die sie bald wieder verlassen, bis es ihnen endlich nach langem Umherirren glückt, den Ausweg, der ihnen durch das Zusammenrücken verschiedener Gebilde noch möglichst enge gemacht wird, zu finden.

Mit voller Sicherheit ist nur ein einziger Ursprungskern des Nervus facialis bekannt (vorderer, unterer Facialiskern) (Fig. 121 bis 123, 136 und 149, *NVII)*. Derselbe beginnt in den distalsten Brückenregionen und erstreckt sich etwa 4 Millimeter weit cerebralwärts. Er liegt in der Formatio reticularis medial von der aufsteigenden Trigeminuswurzel, näher den Trapezfasern als der Ventrikeloberfläche. Dieser Kern ist sehr deutlich charakterisirt und nicht leicht mit anderen benachbarten Gebilden (z. B. obere Olive) zu verwechseln.

In einer mit Karmin sich dunkel färbenden Grundsubstanz, welche durch unregelmässig durchziehende Markfasern (Wurzelfasern des Facialis) vielfach zerklüftet erscheint, liegen grosse, leicht pigmentirte Nervenzellen. Wir müssen diesen Kern als eine Verdichtung der grauen Substanz in der Formatio reticularis lateralis, also als Fortsetzung des abgetrennten Theiles vom Vorderhorne und des Nucleus ambiguus ansehen. Cerebralwärts entspricht ihm (ohne direct in ihn überzugehen) der motorische Trigeminuskern, spinalwärts sind es die Ursprungsgebiete der motorischen Antheile des Nervus glossopharyngeus und vagus, welche die Continuität des Facialiskernes mit der grauen Säule des Rückenmarkes herstellen.

Aus diesem Ursprungskerne des Nervus facialis sieht man die Wurzelfasern einzeln oder nur zu ganz dünnen Bündeln geordnet austreten, und schwach convergirend in leichtem Bogen ein wenig proximalwärts gegen den dorsal vom hinteren Längsbündel gelegenen Theil des Bodens der Rautengrube hinstreben *(VIIa)*. Dieses Stück des Verlaufes nennt man Kernschenkel (Ursprungsschenkel, aufsteigende Facialiswurzel).

Knapp neben der Mittellinie, dorsal vom hinteren Längsbündel, welches dadurch vom Ependym des vierten Ventrikels weg in die Tiefe gedrängt wird, biegen die Facialisfasern, nunmehr zu einem, am Querschnitte ovalen, compacten Bündel vereinigt, direct in die

sagittale Richtung um und ziehen nun neben dem Sulcus longitudinalis, den Ventrikelboden beiderseits merklich hervorwölbend (Eminentia teres), etwa 5 Millimeter weiter cerebralwärts (*VII b*, Fig. 123, 124 und 136, 149). Dieses Verlaufsstück, das Zwischenstück (Mittelstück, aufsteigender Schenkel, Fasciculus teres, constante Wurzel des Trigeminus von *Stilling*) nimmt anfänglich noch an Querschnitt zu, indem es fortwährend weiteren Zuzug aus dem Facialiskerne erhält.

Aus dem eben geschilderten Verlaufe neben der Mittellinie biegt die Facialiswurzel plötzlich lateralwärts unter rechtem Winkel um (Fig. 124), verläuft eine Strecke weit bogenförmig unter dem Ependym, dorsal vom Abducenskerne, wendet sich an dessen lateraler Seite in die Haubenregion hinein (Fig. 123) und zieht nun ventral-, lateral- und spinalwärts in ziemlich gerader Linie, zwischen aufsteigender Trigeminuswurzel und Facialiskern hindurchpassirend, bis zu ihrer Austrittsstelle, *VIIc* (Austrittsschenkel, austretende Wurzel) (Fig. 122).

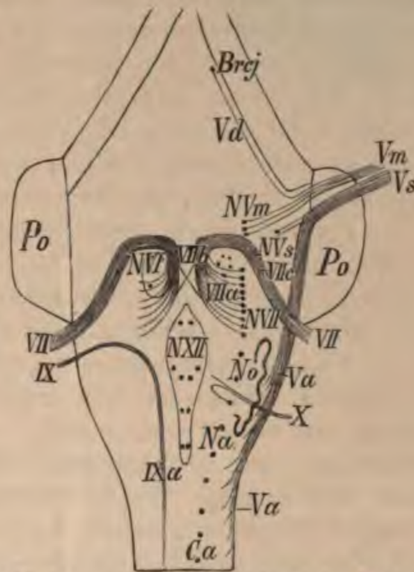


Fig. 149. Schematischer Basalschnitt der Medulla oblongata. *Po* Brückenarme, *Brcj* Bindearm, *Va* aufsteigende, *Vd* absteigende, *Vm* motorische, *Vs* sensible Trigeminuswurzel, *NVm* motorischer, *NVs* sensibler Trigeminuskern, *NVII* Facialiskern, *VIIa, b, c* Facialiswurzel, *VII* Austrittsstelle des N. facialis, *NVI* Abducenskern, *IXa* aufsteigende Glossopharyngeuswurzel, *IX* ihre Austrittsstelle, *No* Nucleus olivaris, *X* Nervus vagus (oder Glossopharyngeus) mit dem Ursprunge einzelner seiner Fasern aus dem Nucleus ambiguus, *Na*, *Ca* Vorderhorn des Rückenmarkes, *Ca*, *Na*, *NVII*, *NVm* Säule der motorischen Ursprungskerne.

Diese doppelte Umbiegung des Facialis wird Facialisknie, Genu nervi facialis, genannt. Man kann daher an einem Schnitte (Fig. 123) den Facialiskern mit dem Kernstücke und das Austrittsstück (lateral von ersterem) zusammen mit dem Zwischenstücke zu sehen bekommen, doch so, dass alle drei genannten Stücke der Wurzel untereinander anscheinend in keinem directen Zusammenhange stehen.

Es wären noch einige Zusätze zu dem bisher Gesagten zu machen:

Aus dem Facialiskerne gelangen auch Fasern zu der Wurzel der anderen Seite; sie sind wahrscheinlich in dem Bündel schön geschwungener Fasern enthalten, die zwischen hinterem Längsbündel und Zwischenstück an die Raphe treten (Fig. 123, 124 und 136). Fasern vom Kerne durch die Raphe zur Pyramidenbahn, respective zur contralateralen Grosshirnhemisphäre (unterer Theil der vorderen Centralwindung mit Ausschluss des untersten Stückes nach *Exner*), müssen wir jedenfalls annehmen, und können solche auch in dem eben erwähnten Bündel, sowie in den zerstreuten Bogenfasern der Formatio reticularis suchen. Dem Austrittsschenkel sollen sich auch Fasern aus den anliegenden Nervenzellen *(Laura)*, sowie aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel *(Edinger)* anschliessen.

Da der sogenannte obere Facialis (für den Musculus orbicularis oculi und Musculus frontalis) bei centralen Facialiserkrankungen (wo immer dieselben ihren Sitz haben mögen, insolange die Facialiswurzel intact bleibt) häufiger nicht mit ergriffen ist, so hat man für diese im Facialis verlaufenden Nervenzweige eine andere Ursprungsstätte gesucht; dabei ist man irrigerweise auf den Abducenskern gerathen, wie bereits oben erwähnt wurde; doch hat dieser „obere Facialiskern" oder „Facialis-Abducenskern" thatsächlich keine Beziehung zum Facialis. Werden einem neugeborenen Kaninchen die vom oberen Facialis versorgten Muskeln zerstört, so findet man nach einiger Zeit eine auffällige Degeneration in den hinteren Abschnitten des gleichseitigen Oculomotoriuskernes *(Mendel)*, es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Fasern des oberen Facialis hier entspringen und im hinteren Längsbündel zum Facialisknie gelangen, um sich daselbst dem Austrittsschenkel anzulegen. Damit stimmt es auch, dass nach Zerstörung einer Oculomotoriuswurzel dennoch das hinterste Gebiet des Oculomotoriuskernes gesund befunden wurde.

Das corticale Centrum für den oberen Facialis dürfte wohl in der Nachbarschaft des Rindencentrums für den Oculomotorius sein, vielleicht im unteren Scheitelläppchen; jedenfalls scheint es, dass die von diesen Centren ausgehenden, zu den Oculomotoriuskernen ziehenden Fasern einen Weg wählen, der diejenigen Partien der Hirnsubstanz vermeidet, in denen Apoplexien und andere ähnliche Erkrankungen am häufigsten auftreten. Dadurch würde es sich auch erklären, wieso sowohl die meisten vom Nervus oculomotorius, als auch die vom oberen Facialis versorgten Muskeln bei solchen centralen Erkrankungen nicht selten frei bleiben.

Ist die Verbindung des Facialiskernes mit dem corticalen Facialiscentrum (die durch den Hirnschenkelfuss und das Knie der inneren

Kapsel vermittelt wird) unterbrochen, so wird dadurch die willkürliche Innervation der von diesem Nerven versorgten Muskeln unmöglich gemacht, dabei können aber *(Nothnagel)* beide Gesichtshälften bei psychischen Emotionen (Lachen, Schmerz u. s. w.) noch in gleicher Weise bewegt werden. Umgekehrt kann bei Erkrankung eines Thalamus opticus die willkürliche Innervation beider Faciales intact bleiben, während die contralaterale Gesichtshälfte die affectiven Ausdrucksbewegungen nicht mitmacht. Es darf daraus geschlossen werden, dass der Facialiskern, wohl auf dem Wege der Hirnschenkelhaube *(Bechterew)*, auch mit dem Thalamus opticus der anderen Seite in inniger Verbindung steht, und dass diese letzteren Bahnen dazu bestimmt sind, psychisch reflectorische Impulse auf dem Facialisgebiete zu vermitteln.

Der eigentliche Facialiskern wird bei der progressiven Bulbärparalyse in die Degeneration mit einbezogen, nicht aber der als oberer Facialiskern zu bezeichnende Theil des Oculomotoriuskernes.

Bei Thieren ist das Zwischenstück der Facialiswurzel meist so kurz, dass es sich auf einen das Kernstück mit dem Austrittsstücke verbindenden Bogen reducirt, welcher den Abducenskern in sich fasst (hufeisenförmige Facialiswurzel).

Mendel, Ueber den Kernursprung des Augenfacialis. Neurol. Centralblatt 1887. *Nothnagel*, Zur Diagnose der Sehhügelerkrankungen. Zeitschr. f. klin. Med. 16. Bd. 1889. *Bechterew*, Die Bedeutung der Sehhügel. Virchow's Archiv. 110. Bd. *Laura*, Nuove ricerche sull' origine reale dei nervi cerebrali. Mem. d. r. Ac. d. Torino II. S. 32. Bd. 1879. *Gowers*, Ueber den sog. Facialis- und Abducenskern. Med. Centralblatt 1878. *Duval*, Journal de l'Anat. 1876—78.

8. Nervus acusticus (Hörnerv, Portio mollis paris septimi, Nervus auditivus).

Ein Uebelstand, der auf Rechnung der Anatomen zu schreiben ist, macht sich, wie an anderen Stellen des Centralnervensystems, im Ursprungsgebiete des Nervus acusticus ganz besonders geltend; es ist dies die unsichere, wechselnde Bezeichnung der einzelnen Kerne, aus denen dieser Nerv entspringt, sowie der Wurzeln, die ihn zusammensetzen. Namentlich trägt auch die verschiedenartige Auffassung der Bezeichnungen für die relative Lage (vorne, hinten, oben, unten) Schuld an dieser nur schwer zu übersehenden Verwirrung in der Benennung.

Es gibt aber auch Umstände, welche in den anatomisch-physiologischen Verhältnissen des Nervus acusticus selbst gelegen sind und uns das Verständniss der centralen Akusticusverbindungen wesentlich erschweren:

1. Haben wir es entschieden mit zwei oder vielleicht sogar drei verschiedenen Nerven zu thun, welche zusammen den Akusticusstamm bilden; diese sind: *a)* der Nervus cochleae, der eigentliche Gehörnerv; *b)* der Nervus vestibuli, der, für die Bogengänge bestimmt, mit dem Hören nichts zu thun hat; *c)* vielleicht auch der Nervus intermedius Wrisbergi (Portio intermedia), der sich dem Nervus facialis anschliesst.

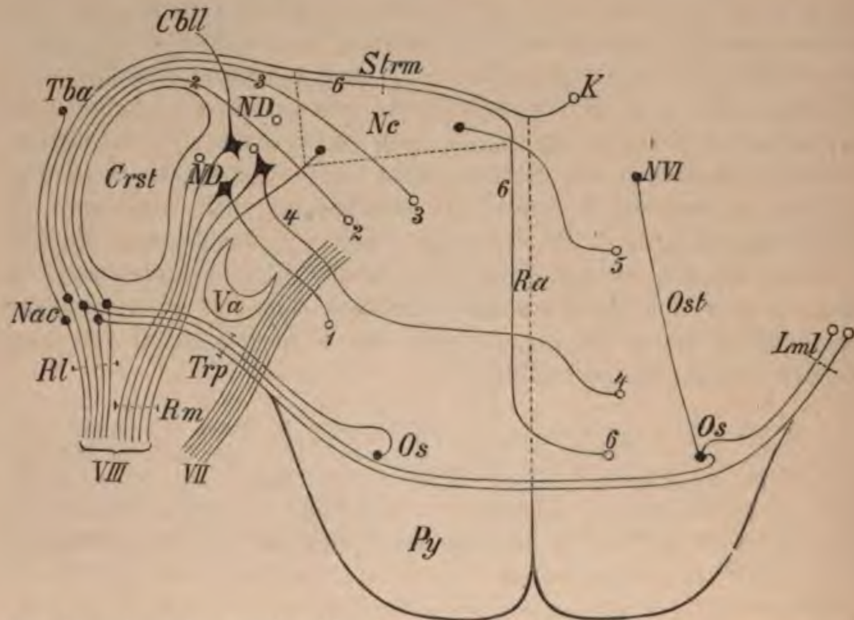


Fig. 150. Schema des centralen Akusticusapparates. *Va* aufsteigende Trigeminuswurzel, *VII* Facialiswurzel, *VIII* Akusticuswurzel, *Cbll* Kleinhirn, *Crst* Corpus restiforme, *K* Klangstab, *Lml* laterale Schleife, *Nac* Nucleus accessorius acustici, *Nc* dreieckiger Akusticuskern, *ND* grosszelliger Akusticuskern, *NVI* Abducenskern, *Os* Obere Olive, *Ost* Stiel der oberen Olive, *Py* Pyramide, *Ra* Raphe, *Rl* und *Rm* laterale und mediale Akusticuswurzel, *Strm* Striae medullares, *Tba* Tuberculum acusticum, *Trp* Corpus trapezoides.

2. Haben die verschiedenen Untersuchungsmethoden Resultate ergeben, die häufig nicht gut in Einklang zu bringen sind, ja zum Theile sich diametral entgegenstehen.

Bei der grossen Unklarheit, die demgemäss noch bezüglich des centralen Ursprunges des Nervus acusticus herrscht, sollen vorzüglich nur jene Anschauungen Berücksichtigung finden, die den Thatsachen am meisten zu entsprechen scheinen, ohne dass wir uns darauf einlassen werden, alle davon abweichenden Angaben in Erwägung zu ziehen.

Allgemein pflegt man zwei periphere **Wurzeln** des Nervus acusticus anzunehmen, obwohl auch in dieser Beziehung keine völlige Einigung erzielt wurde.

Diese beiden Wurzeln sind leicht dadurch auseinanderzuhalten, dass sich das Corpus restiforme, *Crst* (Fig. 150), zwischen dieselben hineinschiebt; alle Fasern, welche aussen, lateral vom Strickkörper zum Akusticusstamme ziehen, bilden demnach die laterale Wurzel, *Rl*; jene Fasern hingegen, welche sich zwischen Strickkörper und aufsteigender Trigeminuswurzel, *Va,* durchdrängen, stellen die mediale Wurzel, *Rm,* dar. Legt man eine Reihe von Querschnitten durch das Akusticusgebiet an, in der Weise, wie wir dies vom Rückenmarke an aufsteigend gethan haben, so sieht man, dass in den tiefsten Schnitten (zwischen Fig. 120 und 121) die laterale Wurzel früher als die mediale auftritt, dass aber letztere hingegen noch merklich weiter cerebralwärts zu sehen ist, während die laterale Wurzel bereits nicht mehr besteht, Fig. 124. Damit erklären sich die anderen häufig gebrauchten Bezeichnungen für die beiden Akusticuswurzeln: 1. mediale oder tiefe Wurzel = obere, vordere Wurzel, 2. laterale oder oberflächliche Wurzel = untere, hintere Wurzel. In übereinstimmender Weise wird angegeben, dass die laterale Wurzel in den Nervus cochlearis und die mediale Wurzel in den Nervus vestibularis übergeht. Demnach muss die laterale Wurzel, die auch Radix cochlearis zu nennen wäre, mit den eigentlichen akustischen Functionen betraut sein, während wir für die mediale Wurzel (Radix vestibularis) andere Leistungen, wahrscheinlich mit Bezug auf die Erhaltung des Körpergleichgewichtes, in Anspruch nehmen werden. Die laterale Wurzel wird etwas früher markhaltig als die mediale.

Mitunter wird jener Theil der medialen Wurzel, welcher am meisten spinalwärts liegt, auch noch zur hinteren Wurzel gerechnet; doch ist dann eine scharfe Trennung gegen den anderen cerebralwärts gelegenen Theil nicht möglich.

Als **Ursprungskerne** des Nervus acusticus wollen wir drei graue Massen anführen:

1. Der **dreieckige Kern** (Nucleus triangularis, dreieckiges Akusticusfeld, Hauptkern, centraler, innerer Kern, Nucleus posterior, medialer Kern der hinteren Wurzel, medialer Theil des Nucleus superior) *VIII h,* 120—122. In den oberen Austrittsebenen des Nervus hypoglossus (Fig. 119) beginnt lateral von dem *IX-X* Hauptkerne ein gleichmässig graues Feld, welches sich bald nach und nach bis an die Raphe ausdehnt und dann die Gestalt eines rechtwinkeligen Dreieckes besitzt, dessen Hypothenuse der Ventrikeloberfläche entspricht, weiter cerebralwärts zieht es sich von der Mittellinie wieder

zurück und verschwindet in der Gegend des Abducenskernes. Dieses Gebiet mag daher als dreieckiger Kern bezeichnet werden, womit es deutlich charakterisirt erscheint; der Name Hauptkern (welcher in der ersten Auflage dieses Buches gewählt wurde) ist deswegen weniger passend, weil es trotz seiner Grösse gewiss nur einen geringen Theil der Akusticusfasern aufnimmt. Im ganzen dreieckigen Querschnittsfelde finden sich grössere und kleinere Nervenzellen in ein mässig dichtes Fasernetz eingelagert, ohne zu deutlichen Gruppen vereinigt zu sein, ziemlich weit zerstreut. Bald nach dem Verschwinden des Hypoglossuskernes sieht man am ventralen Rande des dreieckigen Akusticuskernes, nahe der Mittellinie, ziemlich grosse, enggedrängte, quergestellte Zellen von spindelförmiger Gestalt; sie scheinen mit jenem auffälligen Bündel von Nervenfasern in Beziehung zu treten, welches den Akusticuskern an seinem ventralen Rande einsäumt und sich durch die Raphe mit geringer Wendung ventralwärts in die reticuläre Substanz der anderen Seite begibt. Es ist aber auch für diese Zellen eine directe Zusammengehörigkeit mit dem Nervus acusticus nicht nachzuweisen.

Vereinzelte grössere Zellen kann man auch noch weiter lateralwärts in der ventralen Partie des dreieckigen Akusticuskernes finden.

Eine wohl umschriebene constante Gruppe spindelförmiger Zellen (Nucleus funiculi teretis, Nucleus medialis) liegt in dem medialen Winkel dieses Dreieckes in jenen Höhen, wo dieses seine grösste Ausdehnung besitzt, reicht aber sowohl spinalwärts als auch cerebralwärts über dieses Gebiet hinaus, *Nft* (Fig. 119 bis 123) und hat zu dem Nervus acusticus unbedeutende directe Beziehungen.

2. Der **grosszellige Kern** (äusserer Akusticuskern, *Deiters*'scher Kern, aufsteigende Wurzel, medialer Kern der vorderen Wurzel, lateraler Theil des Nucleus superior, innere Abtheilung des Strickkörpers) *VIIIa* Fig. 119 bis 123.

Mit dem Beginne des sich constituirenden Strickkörpers trifft man an seiner medialen Seite ein Gebiet, welches aus quergetroffenen Nervenbündeln und anfänglich ziemlich wenig dazwischengelagerter grauer Substanz besteht. *Roller* hat gezeigt, dass diese Fasern, welche aus den hier befindlichen Zellen ihren Ursprung zu nehmen scheinen, direct in den Nervus acusticus übergehen, dass sie also eine aufsteigende Akusticuswurzel darstellen. Je weiter wir gegen das eigentliche Akusticusgebiet vordringen, desto mehr nimmt gleichzeitig mit einer allgemeinen Vergrösserung des Areals die graue Substanz in diesem Kerne zu, und namentlich in den obersten Ebenen (Fig. 123), in welchen die aufsteigenden Fasern als Hauptbestandtheil der

medialen Wurzel seitlich und ventralwärts zur Austrittsstelle des Nervus acusticus umbiegen, kann man zahlreiche, durch ihre Grösse auffallende Nervenzellen hier eingestreut finden. Bei den meisten Thieren sind diese Zellen des *Deiters*'schen Kernes weit mehr als beim Menschen von ausgezeichneter Grösse. *Edinger* sieht den grössten Theil der aufsteigenden Wurzel als directe sensorische Kleinhirnbahn an.

3. **Der accessorische Kern** (vorderer Kern, lateraler Kern der vorderen Wurzel, lateraler Akusticuskern, Akusticusganglion; als Nucleus inferior oder lateraler Kern der hinteren Wurzel wird jenes Stück dieses Kernes bezeichnet, welches sich zwischen beide Wurzeln des Nerven eindrängt), *VIIIac,* Fig. 121, 122.

Dieser Kern liegt theilweise ausserhalb der eigentlichen Gehirnsubstanz, dem Nervenstamme an, ähnlich wie die Spinalganglien den hinteren Wurzeln. Mit Ausnahme jenes Theiles, der zwischen beiden Wurzeln eingekeilt ist, bleibt er lateral von der lateralen Wurzel oder zwischen den Faserbündeln dieser Wurzel und erstreckt sich bis gegen die Kleinhirnsubstanz hin. Er wird aus kleinen rundlichen dichtgedrängten Zellen zusammengesetzt. In seinem proximalen Theile lassen diese Zellen häufig eine Art Kapsel, welche an das Verhalten in den Spinalganglien erinnert, erkennen.

Als Tuberculum acusticum (Tuberculum laterale, oberflächliches Akusticusganglion), *Tba,* bezeichnet man eine beim Menschen ganz unbedeutende und vom accessorischen Akusticuskerne kaum scharf zu trennende Masse, welche der lateralen Wurzel seitlich anzuliegen scheint und auch dem centralen Hörapparate zuzurechnen ist. — Bei vielen Thieren, z. B. dem Kaninchen, zeigt es eine charakteristische Structur, nach welcher es dem vorderen Vierhügel als primäres Sinnescentrum an die Seite zu stellen wäre *(Onufrowicz).* Es besteht das Tuberculum acusticum aus drei Schichten: 1. einer oberflächlichen Schichte, die vorwiegend kleine Ganglienzellen (Körner) enthält, neben ziemlich zahlreichen Markfasern; 2. einer mittleren Schichte mit mehreren Reihen grösserer, länglicher Ganglienzellen, welche meist radiär gestellt sind; 3. einer tiefliegenden Schichte markhaltiger Nervenfasern mit zerstreuten Ganglienzellen.

In der Bezeichnung der obigen drei Kerne wurden absichtlich die relativ-topographischen Benennungen vermieden, um Verwechselungen möglichst aus dem Wege zu gehen. Der dreieckige Kern verdient seinen Namen wegen der Gestalt, welche er am Querschnitte einnimmt; der grosszellige Kern charakterisirt sich in unzweifelhafter Weise durch seine Nervenzellen, und der accessorische Kern mag diesen Namen trotz seiner Wichtigkeit deshalb führen, weil er wenigstens theilweise gleichsam als Appendix ausserhalb des eigentlichen Gehirns liegt.

Wir haben nun zu besprechen, in welcher Beziehung die beiden **Wurzeln** des Nervus acusticus zu den genannten Kernen und dadurch weiterhin zu anderen Hirntheilen stehen.

1. Die laterale Wurzel. Weitaus der grösste Faserantheil dieser Wurzel entspringt aus dem accessorischen Kerne, welcher also als das eigentliche primäre Hörcentrum anzusehen ist. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass manche Fasern der lateralen Wurzel am accessorischen Kerne vorbeiziehen und entweder den Strickkörper umgreifen oder denselben auch durchsetzen und so in das Gebiet des grosszelligen Kernes gelangen *(Freud)*.

2. Die mediale Wurzel. Der grössere Theil dieser Wurzel stammt aus dem *Deiters*'schen Kerne, dürfte aber verschiedenartige Bedeutung haben.

Theils kommen diese Fasern durch die aufsteigende Akusticuswurzel aus tieferen, distalen Ebenen herauf, theils entspringen sie aus den in gleicher Höhe besonders zahlreichen grossen Nervenzellen. *Bechterew* lässt die mediale Wurzel auch aus jenen übrigens nicht scharf begrenzten grauen Massen entspringen, welche dorsal vom grosszelligen Kerne in der Seitenwand des vierten Ventrikels gelegen sind *(Bechterew*'scher Kern, Nucleus angularis, Hauptkern des Nervus vestibularis).

Ein zweiter Theil der medialen Akusticuswurzel, namentlich der mehr spinalwärts gelegene Antheil derselben, stammt wohl aus dem dreieckigen Kerne. Es muss aber zugegeben werden, dass über diese Ursprungsweise sehr wenig Genaues bekannt ist. Wir nehmen an, dass die Wurzelfasern den Kern vorzüglich an seinem ventrolateralen Winkel verlassen.

In den mehr cerebral gelegenen Querschnittsebenen entspricht dem Ursprung dieser Wurzel ein Gebiet, das ventral und medial vom *Deiters*'schen Kerne liegt und mittelgrosse, blasse Zellen enthält; es setzt sich medianwärts bis gegen den Abducenskern hin fort. Dafür sprechen auch die Versuche am Kaninchen *(Bum)*.

Fragen wir nun nach den **centralen Verbindungen** der genannten Ursprungskerne, so wäre darüber Folgendes anzugeben:

1. Der dreieckige Kern. Ueber seine weiteren Verbindungen wissen wir bisher nur wenig. Aus dem medialen Winkel des Dreieckes ziehen reichliche, aber nicht zu Bündeln gruppirte Fasern durch das hintere Längsbündel hindurch zur Raphe *(Freud)* und in das Haubenfeld *(5)*; sie stellen also wahrscheinlich eine centrale Verbindung dieses Kernes dar. Von dem ganzen ventralen Rande dieses Gebietes ziehen ziemlich zahlreiche, aber nicht zu Bündeln vereinigte Fasern ventralwärts und lassen sich als feiner Faserregen weit in die

Substantia reticularis, gegen die Zellen des Nucleus lateralis medius hin, verfolgen.

Aus dem Kleinhirn erhält dieser Kern nach *Edinger* einen Zuzug durch Fasern, welche wahrscheinlich aus der gekreuzten Flocke stammen und an der Innenseite des Corpus restiforme verlaufen.

2. Der grosszellige Kern. Sichergestellt sind seine Beziehungen zum Kleinhirn. Die Fasern, welche aus dieser Gegend aufwärts in die Kleinhirnsubstanz einziehen, scheinen sich in der Decke des Ventrikels, wenigstens zum grossen Theile, zu kreuzen, um im Dachkern (nach *Flechsig* im Kugelkern und Pfropf) vorläufig zu enden. Von dort aus gelangen (direct oder indirect) zahlreiche Bündel in die Bindearme, wo sie sich abermals kreuzen und im rothen Kerne verschwinden *(Flechsig)*. Dass Wurzelfasern des Nervus acusticus diesen Kern blos durchsetzen und direct ins Kleinhirn einstrahlen, muss noch als nicht sicher nachgewiesen gelten.

Aus dem grosszelligen Kern ziehen starke Fasern auch in ventral-medialer Richtung, den Austrittsschenkel des Nervus facialis theilweise durchkreuzend, in das Haubengebiet und scheinen hier, zwischen Nervus abducens und Nervus facialis, in die Längsrichtung (cerebralwärts und vielleicht auch spinalwärts) umzubiegen *(1)*. Andere von diesen Fasern *(4)* gelangen als Bogenfasern in die Raphe und die contralaterale Haube und auf diesem Wege vielleicht ins Grosshirn (Fig. 123). Jene mehr dorsal gelegenen Ursprungsgebiete des Nervus acusticus, die wir als *Bechterew*'sche Kerne bezeichnet haben, sind nach *Flechsig* durch Commissurenfasern miteinander verbunden, welche mit dem Bindearme aus dem Kleinhirn austreten und im hinteren Winkel der Bindearmkreuzung bogenförmig umbiegen. Bereits *Mendel* hatte erkannt, dass sich der Nervus acusticus mit einem beträchtlichen Bündel an der Bildung der Bindearme betheilige.

3. Der accessorische Kern. Die centralen Verbindungen dieses Kernes scheinen sehr verschiedenartig zu sein.

a) Die Bündel, welche als Striae medullares am Boden der Rautengrube verlaufen. Ein sehr beträchtlicher Theil der aus dem dorsalen Pole des Nucleus accessorius austretenden Fasern schlingt sich um das Corpus restiforme herum, bleibt dann knapp unter dem Ventrikelependym und zieht, schon äusserlich sichtbar, gegen die Raphe. Die meisten dieser Fasern wenden sich knapp vor der Mittellinie ventralwärts und ziehen am lateralen Rande der Raphe gegen die Pyramiden hin *(6)*, scheinen sich aber schliesslich doch alle zu kreuzen; ein Theil dieser Fasern gelangt dadurch in das Gebiet der Schleife und vielleicht weiterhin in den hinteren Vierhügel, während

andere die ventrale Oberfläche der Medulla erreichen und hier als Fibrae arcuatae externae nicht weiter isolirt verfolgt werden können.

Andere von den Fasern der Striae medullares *(K)* kreuzen sich im dorsalsten Theile der Raphe und ziehen in der anderen Hälfte des Gehirns lateral- und cerebralwärts bis in die Gegend des Locus coeruleus *(Stilling)*, ohne dass ihr Ende sicher angegeben werden könnte. Häufig bilden diese Fasern ein compactes Bündel (mitunter auch deren mehrere) unter dem Ependym des Ventrikels, das Klangstab genannt wird (Fig. 7, *K*). Im Centrum des Klangstabes, allseitig von seinen Fasern umgeben, findet man meist stellenweise Gruppen mittelgrosser Nervenzellen mit mehreren deutlichen Fortsätzen *(Nussbaum)*.

Aus dem Nucleus funiculi teretis treten Fasern aus, welche, sich den Striae medullares anschliessend, lateralwärts ziehen.

Beim Neugeborenen sind die Striae medullares noch marklos.

b) Ein anderer Antheil jener centralen Fortsetzungen des accessorischen Kernes, welche medianwärts ziehend sich aussen um den Strickkörper herumschlagen, entbündelt sich medial vom letzteren, indem seine divergirenden Fasern theils in den grosszelligen Kern, theils in den dreieckigen Kern einstrahlen. Höchst wahrscheinlich durchsetzen sie aber diese Gebiete nur, um in das Bereich des Haubenquerschnittes zu gelangen, wo sie sich dann, cerebralwärts umbiegend, den Längsbündeln der Haube anschliessen *(2, 3)*.

Die unter *a* und *b* beschriebenen Bündel wurden früher meist noch zur lateralen Akusticuswurzel gerechnet. Erst in neuester Zeit hat man einsehen gelernt, dass mindestens der grösste Theil jener Fasern, die aussen den Strickkörper umsäumen, als centrale Verbindungen eines primären Akusticusganglions (des Nucleus accessorius) aufzufassen seien.

c) Vom Nucleus accessorius sollen zahlreiche Verbindungsfasern zum Tuberculum acusticum hinziehen, welche aber beim Menschen ebensowenig wie das Tuberculum acusticum selbst von Belang sind.

d) Eine sehr wichtige Verbindung des Nucleus accessorius mit anderen Gehirntheilen wird durch das Corpus trapezoides hergestellt.

Die (namentlich aber an Thierhirnen) sehr charakteristischen Bündel des **Corpus trapezoides** (trapezoideum) ziehen aus der Gegend des accessorischen Akusticuskernes gegen die Raphe (Fig. 121 bis 123, *Tr*). Damit aber ist noch nicht gesagt, dass sämmtliche Fasern des Corpus trapezoides aus den Zellen dieses Kernes entspringen; andere

könnten auch aus dem Kleinhirn oder dem Corpus restiforme *(Kahler)* stammen. Ein geringer Theil des Trapezkörpers steht in Beziehung zur oberen Olive derselben Seite; der grösste Theil überschreitet die Mittellinie und geht entweder in die obere Olive oder in die laterale Schleife der anderen Seite über. Ferner sind ventral und etwas medial von der oberen Olive, lateral von den Abducenswurzeln, grosse Ganglienzellen in das Corpus trapezoides eingestreut (Trapezkern), die sicherlich auch zu den Querfasern in Beziehung stehen. Auch Commissurenfasern, welche beide accessorische Akusticuskerne und vielleicht auch die Tubercula acustica untereinander verbinden, sollen im Trapezkörper verlaufen *(Flechsig)*.

Die obere Olive (Nucleus olivaris superior, Nucleus dentatus partis commissuralis, Fig. 122, 123, 125, *Nos*, und Fig. 150, *Os*) ist beim Menschen und bei manchen Thieren (Pferd) unscheinbar, bei anderen Thieren (Raubthiere, Nager, namentlich aber Cetaceen) sehr gut entwickelt. Sie wird durch eine wenig scharfe, höchstens fünf- bis sechsmal gewundene, ziemlich breite Platte grauer Substanz gebildet, die dorsal vom Corpus trapezoides liegt. Die Grundsubstanz dieses Gebildes färbt sich mit Karmin fast gar nicht; die daselbst eingestreuten runden oder spindelförmigen (beim Hunde bis 40 μ grossen), gelbpigmentirten Ganglienzellen liegen stellenweise sehr dicht gedrängt aneinander und sollen in eine Bindegewebskapsel eingeschlossen sein.

Beim Hunde besteht die obere Olive aus zwei nebeneinander gelegenen, durch Nervenfaserzüge getrennten Abtheilungen.

Die obere Olive wird allseitig von Faserbündeln umsponnen.

Bisher haben wir folgende Verbindungen der oberen Olive kennen gelernt:

1. Mit dem Nucleus accessorius acustici der anderen und in geringerem Grade mit dem derselben Seite vermittelst des Corpus trapezoides.

2. Mit dem hinteren Vierhügel durch die laterale Schleife (pag. 330).

3. Mit dem Abducenskerne derselben Seite durch den Stiel der oberen Olive (Fig. 150, *Ost*).

Weitere Verbindungen, z. B. mit dem Dachkerne des Kleinhirns, sowie mit den Seitensträngen des Rückenmarkes *(Bechterew)* sind wiederholt angegeben worden.

Wir haben allen Grund, das **corticale Centrum** für die Gehörsempfindungen im Temporallappen zu suchen, und zwar im Gyrus temporalis superior, theilweise auch im Gyrus temporalis medius. Abgesehen von den einschlägigen experimentellen Erfahrungen, sprechen

auch die Sectionsergebnisse bei Worttaubheit dafür, da in solchen Fällen meist eine Erkrankung der angegebenen Gegend (fast immer links) gefunden wurde. An den Gehirnen mancher Taubstummer kann bei völligem Intactsein des peripheren Akusticusstammes eine sehr merkliche Atrophie der oberen Temporalwindung bestehen.

Monakow hat beim Kaninchen den Temporallappen exstirpirt und darnach Atrophie des von dort ausgehenden Stabkranzantheiles, mit hochgradiger Zerstörung der Ganglienzellen einhergehende Schrumpfung des Corpus geniculatum mediale, Faserausfall im Arm des hinteren Vierhügels, sowie Atrophie eines Theiles der Gitterschichte im Thalamus opticus gefunden. Dasselbe konnte er auch an menschlichen Gehirnen nachweisen, an welchen seit der Kindheit Defect der obersten Temporalwindung bestand. Damit wäre aber eine ununterbrochene Kette zwischen dem peripheren Hörnerven und dem akustischen Rindencentrum geschlossen: Radix cochlearis — Nucleus accessorius n. acustici — Corpus trapezoides — Oliva superior — Lemniscus lateralis — Corpus quadrigeminum posterius — Arm des hinteren Vierhügels — Ganglion geniculatum mediale — hinterer Theil der inneren Kapsel — Lobus temporalis.

Für das Bestehen einer solchen akustischen Bahn sprechen auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen von *Spitzka*, welcher bei manchen Cetaceen eine auffallend starke Entwickelung der hinteren Akusticuswurzel, des Corpus trapezoides, der hinteren Vierhügel und des Corpus geniculatum mediale fand.

Hinterer Vierhügel und Corpus geniculatum mediale scheinen also im Bereiche des centralen Hörapparates jene Stelle einzunehmen, die auf optischem Gebiete dem vorderen Vierhügel und dem Corpus geniculatum laterale zukommt.

Wahrscheinlich gibt es aber noch weitere centrale Verbindungen des Nucleus accessorius und damit des Nervus cochlearis, so z. B die oben erwähnte durch die Striae acusticae. Jedenfalls dürfen wir erwarten, dass ähnlich wie für den Nervus opticus, so auch für den Hörnerven eine directe corticale Bahn existirt, welche entweder vom Nucleus accessorius unmittelbar an die Hirnrinde leitet, oder wenigstens nicht so häufig unterbrochen ist, als die oben geschilderte akustische Bahn.

Die Beziehungen des grosszelligen Kernes zum Grosshirn scheinen ziemlich unbedeutende zu sein, was sich wieder mit der physiologischen Thatsache deckt, dass die durch den Nervus vestibularis vermittelten Empfindungen selten über die Schwelle des Bewusstseins treten. Hingegen ist dieser Kern innigst mit dem Kleinhirn verknüpft.

Es mag bemerkt werden, dass keiner der akustischen Nervenkerne sich im unbestrittenen Besitze seiner Stellung als Ursprungsstätte des Hörnerven befindet. Bezüglich des grosszelligen und noch mehr bezüglich des dreieckigen Kernes sind wiederholt Gründe ins Feld geführt worden, welche die Möglichkeit jeder Beziehung zum Nervus acusticus bestreiten sollten. Ja selbst der Nucleus accessorius, welchem die grösste Bedeutung für den Hörnerven zuzukommen scheint, wurde von *Huguenin* für den Ursprungskern vasomotorischer Nerven, des Nervus intermedius Wrisbergi, erklärt.

Vom Nervus acusticus gehen mitunter verschiedenartige Neubildungen aus (nach *Virchow* häufiger als von anderen Nerven); wiederholt wurden Kalkconcretionen in und um den Akusticusstamm beobachtet; *Flechsig* fand den hinteren Vierhügel in einem Falle intensiver Gehörshallucinationen von ähnlichen Kalkconcretionen durchsetzt.

Onufrowicz, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprunges des Nervus acusticus. Arch f. Psych. 16. *Roller*, Eine aufsteigende Akusticuswurzel. Arch. f. mik. Anat. 18. *Roller*, Die cerebral. Verbindungen d. dritten bis zwölften Hirnnervenpaares. Zeitschr. f. Psych. 35. Bd. *Monakow*, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss d. Corp. restiforme. Arch. f. Psych. 14. Bd. *Monakow*, Correspondenzblatt f. Schweizer Aerzte 1887. *Monakow*, Striae acusticae und untere Schleife. Arch. f. Psych. 22. Bd. *Forel*, Vorl. Mittheilung über den Ursprung des Nerv. acusticus. Neurol. Centralblatt 1885. *Forel*, Zur Akusticusfrage. Neurol. Centralblatt 1887. *Baginsky*, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des N. acusticus. Virchow's Arch. 105 und 119. *Bum*, Zeitschr. f. Psych. 45. Bd. *Virchow H.*, Verhandl. d. physiol. Gesellsch. Berlin 1888. *Nussbaum*, Ueber den Klangstab nebst Bemerkungen über den Akusticusursprung. Wien. med. Jahrb. 1888. *Freud*, Ueber den Ursprung des N. acusticus. Monatschr. f. Ohrenheilk. 1886. *Edinger*, Ueber die Verbindung der sensiblen Nerven mit dem Zwischenhirn. Anat. Anz. 1887. *Flechsig*, Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven. Neurol. Centralblatt 1886. *Bechterew*, Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven. Neurol. Centralblatt 1887. *Flechsig*, Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügels zu dem Hörnerven. Neurol. Centralblatt 1890. *Spitzka*, New-York medic. Journal 1886. *Laura*, Nuove ricerche sull' origine dei nervi cerebr. Mem. d. R. Acc. d. Sc. di Torino II. S., 32. Bd. 1879.

9. Nervus glossopharyngeus (Zungenschlundkopfnerv).

Vom distalen Brückenrande an treffen wir auf eine sich spinalwärts erstreckende Succession von Wurzelbündeln, welche anfänglich lateral, respective dorsal von der Eminentia olivaris aus dem Corpus restiforme austreten und sich weiterhin in der Fortsetzung dieser Linie an der Seitenfläche des Rückenmarkes caudalwärts bis zur Gegend des sechsten Cervicalnerven verfolgen lassen. Es sind dies die Ursprünge des neunten, zehnten und elften Hirnnervenpaares.

Da die Wurzelbündel dieser Nerven sich unmittelbar aneinander anschliessen, so ist es für viele von ihnen, ohne Präparation vom peripheren Nervenstamme her, gar nicht möglich, anzugeben, welchem der genannten drei Nerven sie angehören, umsoweniger, als sie auch bezüglich des centralen Ursprungs in vielen Punkten übereinstimmen. Jedenfalls gehören aber die obersten Wurzeln dem Nervus glossopharyngeus, die untersten — namentlich soweit sie aus dem Rückenmarke entspringen — dem Nervus accessorius an.

Der Nervus glossopharyngeus (Fig. 120) bezieht seine Fasern aus drei Quellen. Diese sind:

1. Der kleinzellige Glossopharyngeuskern, *nIX* (oberer Theil des gemeinsamen Accessorius-Vagus-Glossopharyngeuskernes, sensorischer, hinterer Glossopharyngeuskern).

Die meist spindelförmigen, kleinen Ganglienzellen dieses Kernes, der theils direct unter dem Ependym des vierten Ventrikels liegt, theils durch den cerebralwärts anwachsenden dreieckigen Akusticuskern in die Tiefe gedrängt wird, bilden eine compacte, rundliche Gruppe; sie sind häufig mit ihrer Längsaxe der Verlaufsrichtung der austretenden Wurzelfasern entsprechend gestellt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die obersten Bündel, welche diesem Kerne entstammen, die Portio intermedia bilden und sich weiterhin durch die Chorda tympani in den Nervus lingualis fortsetzen *(Duval)*. Es wäre daher naheliegend, anzunehmen, dass aus diesem Kerne alle Fasern, welche Geschmacksempfindungen vermitteln, ihren Ursprung nehmen.

2. Der grosszellige Glossopharyngeuskern (*Na*, motorischer, vorderer Glossopharyngeuskern, vordere Ursprungssäule des gemischten seitlichen Systems, Nucleus ambiguus, Nucleus lateralis medius). Ventral von dem kleinzelligen Kerne in der Substantia reticularis grisea liegen zerstreute, grosse, den Vorderhornzellen des Rückenmarkes ähnliche Zellen, von denen Fasern, ohne zu Bündeln vereinigt zu sein, dorsalwärts ziehen. Ein Theil dieser Fasern biegt im engen Bogen lateralwärts und dann ventral um und legt sich der Glossopharyngeuswurzel an ihrer medialen Seite an (vgl. auch *X*, Fig. 149); ein anderer Theil aber wendet sich, kurz bevor er den Boden des vierten Ventrikels erreicht, medianwärts gegen die Raphe, kreuzt sich hier und gelangt zu der jenseitigen Glossopharyngeuswurzel, der er sich anschliesst. Dieser grosszellige Glossopharyngeuskern, welcher als Rest des gelegentlich der Pyramidenkreuzung abgetrennten Vorderhornes zu betrachten ist, findet — wie bereits erwähnt — cerebralwärts seine Fortsetzung in dem Facialiskerne, in welchem allerdings mehr compacte graue Massen auftreten, und endet oben im motorischen Trigeminuskerne. (Fig. 149 zeigt diese Succession von

motorischen Kernen.) Auffallen muss aber eine gewisse Uebereinstimmung in der Verlaufsweise der Wurzelfasern, welche sowohl beim Nervus facialis, als beim Nervus glossopharyngeus (mit Einschluss des Nervus vagus) nicht den nächsten Weg vom Kerne zur Austrittsstelle, sondern erst eine dorsale Richtung einschlagen. Aus diesen Umständen kann daher geschlossen werden, dass dem grosszelligen Kerne die motorischen Glossopharyngeuswurzeln entstammen. Die relativ bedeutende Beziehung des Kernes zu der contralateralen Wurzel lässt sicht leicht mit der Anschauung vereinigen, dass jene Muskeln, die gewiss oder wenigstens wahrscheinlich von diesem Nerven versorgt werden, durchwegs bilateral gleichzeitig in Action zu treten pflegen, z. B. Musculus stylopharyngeus, Constrictor pharyngis.

3. Die aufsteigende Glossopharyngeuswurzel (*Stilling's* Solitärbündel, aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems, aufsteigende Vaguswurzel, Respirationsbündel von *Krause*, Trineural fasciculus von *Spitzka*, Fig. 117 bis 120 und Fig. 149, *IXa*). In der Gegend zwischen Pyramidenkreuzung und Schleifenkreuzung erst nur schwach angedeutet, lässt sich der rundliche Querschnitt dieses Bündels mehr proximalwärts, lateral vom kleinzelligen Accessorius-Vagus-Glossopharyngeuskerne schon makroskopisch erkennen; es wird dadurch, dass einzelne markhältige Nervenbündel es von aussen umziehen, noch schärfer begrenzt.

Der spinale Ursprung der aufsteigenden *IX*-Wurzel ist nicht sicher bekannt, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass zarte Faserbündel aus dem Hinterhorn, schief proximalwärts und medianwärts aufsteigend, dieses Bündel am Rande der centralen grauen Substanz constituiren. In den letzten Querschnittsebenen unter der Brücke (Fig. 120) biegt die aufsteigende Wurzel, die bisher lateral (dorsal) neben dem Nervus vagus und dem Nervus glossopharyngeus gelegen war, plötzlich aus der Längsrichtung in die horizontale um und wendet sich als dickes compactes Bündel, durch die aufsteigende Trigeminuswurzel hindurch, lateralwärts zu ihrer Austrittsstelle neben dem Strickkörper; sie bildet dadurch das proximalste Wurzelbündel der ganzen *IX*, *X*, *XI*-Gruppe, so dass ihre Bedeutung als Glossopharyngeuswurzel sicher steht. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne wenige Fasern aus diesem Bündel während seines Längsverlaufes sich dem Nervus vagus anschliessen; nachdem es aber mindestens zum weitaus grössten Theil in den N. glossopharyngeus umbiegt, so ist seine Bezeichnung als aufsteigende Glossopharyngeuswurzel gerechtfertigt. Es muss auf die anatomische Aehnlichkeit zwischen aufsteigender Trigeminuswurzel und dieser Glossopharyngeuswurzel

hingewiesen werden (siehe Fig. 149), so dass man denken darf, letztere sei dazu bestimmt, jene der allgemeinen Sensibilität zukommenden Erregungen zu vermitteln, welche in den Bereich des Nervus glossopharyngeus fallen. An der Peripherie der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel, theilweise auch zwischen ihren Fasern findet sich immer etwas graue Substanz von dem Charakter der Substantia gelatinosa, am meisten an der Umbeugungstelle (*Roller's* Glossopharyngeusherd), womit die Aehnlichkeit mit der aufsteigenden Trigeminuswurzel noch vermehrt wird. Am dorsalen Rande, ausnahmsweise auch im Innern des Bündels findet man häufig grössere, stark pigmentirte Nervenzellen.

In den oberen Querschnittsebenen sondern sich die früher im ganzen Solitärbündel zerstreuten feineren Fasern von den gröberen ab und bilden in dessen dorso-ventralem Quadranten ein eigenes Bündel, welches etwa den vierten Theil des Gesammtquerschnittes für sich in Anspruch nimmt. Nachdem einzelne dieser feinen Fasern sich dem N. vagus und N. glossopharyngeus beigesellt haben, zieht aber die Hauptmasse derselben als deutlich erkennbares Bündel, begleitet von einer Säule von grauer Substanz (Substantia gelatinosa), nach der Umbeugung der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel weiter cerebralwärts, am medial-ventralen Winkel der aufsteigenden Akusticuswurzel deutlich erkennbar. Es soll sich dieses Bündel sicher bis zur sensiblen Quintuswurzel verfolgen lassen (*Böttiger*).

Die drei verschiedenen Functionen des Nervus glossopharyngeus (Motilität, Geschmackssinn und allgemeine Sensibilität) lassen sich also ungezwungen den drei verschiedenen Ursprüngen dieses Nerven zuweisen.

N. glossopharyngeus und N. vagus sollen auf dem Wege der directen sensorischen Kleinhirnbahn (pag. 374) nach *Edinger* einen wenn auch nicht sehr beträchtlichen Zuwachs erhalten. Derselbe konnte für den sensorischen Kern den Nachweis erbringen, dass die aus seiner ventralen Seite im Bogen austretenden Fasern in die contralaterale Schleife eingehen; es wäre damit die Verbindung des sensorischen Antheiles mit dem Grosshirn gegeben. Die motorische cerebrale Glossopharyngeusbahn ist wohl durch Fibrae arcuatae hergestellt, welche sich in der Raphe kreuzen und den Pyramiden zugesellen.

Degeneration der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel wurde mehrmals bei Tabes gesehen. In der Bulbärparalyse degenerirt meist auch der motorische Glossopharyngeuskern.

Dees, Zur Anatomie und Physiologie des N. vagus. Arch. f. Psych. 20. Bd. *Roller*, Centraler Verlauf des N. glossopharyngeus. Arch. f. mikr. Anat. 1881. 19. Bd. *Obersteiner*, Der centrale Ursprung des N. glossopharyngeus. Biolog. Centralblatt I. Bd. *Böttiger*, Beitr. zur Lehre v. d. chron. Augenmuskellähmungen. Arch. f. Psych 21. Bd. *Laura*,

Sull' origine reale dei nervi. Mem. d. R. Acc. d. Sc. di Torino S. II. T. 31. Bd. 1877. *Laura*, ibid. 1879. *Mendel*, Ueber das solitäre Bündel. Arch. f. Psych. 15. Bd. *Spitzka*, Contribution to the anatomy of the Lemniscus. The med. Record 1884. *Duval*, Recherches sur l'origine réelle des nervs craniens. Journ. de l'Anat. 1880.

10. Nervus vagus (Nervus pneumogastricus, herumschweifender Nerv, Lungen-Magennerv).

Dem beim Nervus glossopharyngeus Mitgetheilten haben wir hier nur wenig hinzuzufügen.

Der Nervus vagus bezieht seine Fasern aus denselben Quellen, wie jener Nerv, mit Ausnahme der aufsteigenden Wurzel, welche ihm nur sehr wenige oder gar keine Fasern zusendet (Fig. 118 und 119):

1. Der kleinzellige (sensible, dorsale) Vaguskern gibt die sensiblen Vagusfasern ab. An seiner Peripherie und auch zerstreut im Innern finden sich vereinzelte grössere, dunkelpigmentirte Zellen.

2. Der grosszellige (motorische, ventrale) Vaguskern ist für die motorischen Vagusfasern bestimmt.

Die Ursprungsweise der Wurzelfassen aus beiden Kernen entspricht jener, die wir vom Nervus glossopharyngeus her kennen.

Bei den meisten Fischen zeigt der sensible Vaguskern eine auffällig mächtige Entwickelung, da ja bei ihnen ein Vagusast, der Nervus lateralis, die Seitenorgane versorgt; es sind dies eigenthümliche Sinnesorgane, welche sich an der Seite des Körpers bis zum Schwanzende hinab verfolgen lassen.

Auffallende pathologische Veränderungen in den centralen Gebieten des Nervus vagus (bei Tabes im Kern und in den Wurzeln) wird man begreiflicherweise nur selten antreffen, da diesem Nerven eine ganz besondere Bedeutung für solche Functionen (Circulation, Respiration) zukommt, an derenIntegrität die Erhaltung des Lebens gebunden ist, und dieses daher schon bei geringeren Erkrankungen in diesem Bereiche sehr gefährdet erscheint.

Die Literaturangaben siehe beim Nervus glossopharyngeus.

11. Nervus accessorius (Accessorius Willisii, Nervus recurrens, Beinerv, Nerv spinal.).

Früher pflegte man für den Nervus accessorius zwei verschiedene Ursprungsweisen anzunehmen. Der proximale obere Theil der Wurzelbündel tritt in der Fortsetzung des Vagusursprunges zwischen Olive und Corpus restiforme aus (Fig. 5, *XI*) (Accessorius vagi, cerebralis). Der

distale, untere Theil (Accessorius spinalis) entspringt mit einer Reihe von Wurzelfäden etwa von den untersten Hypoglossuswurzeln angefangen bis zur Höhe des fünften oder sechsten (ausnahmsweise des siebenten) Cervicalnerven herab aus der Seitenfläche der Medulla oblongata und des Rückenmarkes, lateral neben den hinteren Wurzeln. Der Accessorius vagi hat genau die gleiche Ursprungsweise wie der Nervus vagus selbst und ist am Gehirn gar nicht von diesem zu trennen; nachdem aber ferner diese Wurzel sich dem Stamme des Nervus accessorius nur ganz vorübergehend anschliesst und dann in ihrem extracraniellen Verlaufe definitiv mit dem Nervus vagus sich vereinigt, so thut man besser, sie als distalste Vagusbündel aufzufassen, und für den Nervus accessorius lediglich die spinale Wurzel, welche rein motorisch ist, zu reserviren.



Fig. 151.

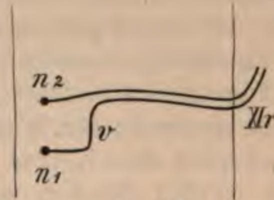


Fig. 152.

Fig. 151. Schema des N. accessorius Willisii am Querschnitte.
Fig. 152. Schema des N. accessorius Willisii am Längsschnitte. *n* Ursprungszellen, *v* aufsteigendes Wurzelstück (Respirationsbündel von Krause), *XI r* austretende Wurzel, *rp* hintere, *ra* vordere Rückenmarkswurzel

An manchen Schnitten aus den oberen Gegenden des Cervicalmarkes kann man von einer Stelle des Seitenrandes angefangen, die in wechselnder Entfernung vom Austritte der hinteren Wurzeln zu suchen ist (Fig. 114 und 151), ein Bündel auffallend starker Fasern bogenförmig mit dorsaler Convexität den Seitenstrang durchsetzen und in der Gegend des Processus reticularis in die graue Substanz eintreten sehen. Im Bereiche der Pyramidenkreuzung sind die Accessoriuswurzeln mitunter schwer von den schief nach der Mittellinie ziehenden Seitenstrangbündeln zu unterscheiden.

In der grauen Substanz des Rückenmarkes ziehen die Wurzelfasern des Nervus accessorius entweder direct ventralwärts zu den am lateralen Rande des Vorderhornes gelegenen Ganglienzellen (Fig. 152 *n 2*) oder sie erreichen dieselben *(n 1)* erst, nachdem sie vorher noch eine Strecke weit innerhalb der grauen Substanz in longitudinaler Richtung caudalwärts verlaufen sind (Fig. 151 u. 152 *v*).

Diese erwähnten Nervenzellen (Fig. 151 *n*, Fig. 152 *n 1* und *n 2*) sind demnach als eigentlicher Accessoriuskern aufzufassen.

Neben dieser von *Roller* gegebenen Darstellung des Accessoriusursprunges, welche den factischen Verhältnissen am besten zu entsprechen scheint, bestehen diesbezüglich sehr dissentirende Anschauungen; auch die Zellen des Seitenhornes, sowie die des Processus reticularis wurden als Accessoriuskern in Anspruch genommen. Dass auch von der anderen Seite der Medulla herkommende Fasern sich den Wurzelbündeln anschliessen, ist äusserst wahrscheinlich. Einen weiteren Zuwachs für den Accessorius lässt *Roller* aus dem Seitenstrange stammen, während *Darkschewitsch* Fasern beschreibt, die aus dem Kerne des *Burdach*'schen Stranges zum Accessorius ziehen sollen.

Ebensowenig Uebereinstimmung herrscht bezüglich der genauen Abgrenzung der Höhe des Markes, aus welcher die Accessoriusfasern stammen. Manche *(Krause, Clarke)* lassen sie aus dem Seitenhorn in der ganzen Länge des Rückenmarkes entspringen, was sicher unrichtig ist, Andere *(Huguenin)* blos bis zum fünften Cervicalnerven hinab.

Dees schliesst sich im Ganzen an *Roller* an, doch liefert er genauere Angaben über die Lage des *XI*-Kernes. Diese Zellgruppe liegt in den oberhalb des ersten Cervicalnerven angelegten Schnitten in der Mitte des Vorderhornes, rückt dann bis zum vierten Cervicalnerven hinab, an den Seitenrand des Vorderhornes und bleibt bis etwas unterhalb des sechsten Halsnerven an der Basis des Seitenhornes. Das verticale Verlaufsstück, welches viele *XI*-Bündel besitzt, *v*, lagert sich nach *Dees* in den Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn ein (also etwa dem Respirationsbündel von *Krause* entsprechend).

Darkschewitsch, Ueber den centralen Ursprung des N. accessorius W. Neurol. Centralblatt 1885. *Roller*, Der centrale Verlauf des N. accessorius Willisii. Allg. Zeitschr. f. Psych. 37. Bd. 1881. *Dees*, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des N. accessorius W. Allg. Zeitschr. f. Psych. 43. Bd. *Dees*, Ueber die Beziehung des Nervus accessorius zu den Nn. vagus und hypoglossus. Allg. Zeitschr. f. Psych. 44. Bd. *Holl*, Ueber den N. accessorius Willisii. Arch. f. An. und Physiol. 1878.

12. Nervus hypoglossus (Zungenfleischnerv).

Als wichtigstes Ursprungsgebiet des N. hypoglossus haben wir ein graues Feld ventral vom Centralcanale und weiterhin am Boden des vierten Ventrikels neben dem Sulcus longitudinalis anzusehen, dessen spinalster Theil gelegentlich der Pyramidenkreuzung als Rest des Vorderhornes mit der centralen grauen Substanz vereinigt

geblieben war. Es charakterisirt sich durch grosse, vielstrahlige Nervenzellen, die den bekannten Vorderhornzellen sehr ähnlich sind. Wir bezeichnen diese graue Säule, welche cerebralwärts bis in die Gegend der Striae medullares neben der Raphe verfolgt werden kann, als grosszelligen Hypoglossuskern (Hauptkern, *Stilling's* classischer Hypoglossuskern) (Fig. 116, 119, 136 und 149, *NXII*). Im Bereiche des Hypoglossuskernes (seltener in anderen motorischen Kernen) kann man gelegentlich kugelige Herde bis zu 1 Millimeter Durchmesser antreffen, welche von einer dichteren Lage Markfasern umsponnen werden. Im Innern dieser Herde finden sich viele sehr kleine Ganglienzellen und nur wenige Markfasern, so dass sie an *Weigert*-Präparaten durch ihre hellere Färbung und die dunkle Umrahmung leicht auffallen.

Im Bereiche des Kernes lassen die groben Hypoglossusfasern über einem feinfaserigen dichten Grundnetze mannigfache Biegungen und Windungen erkennen. Zu Bündeln vereinigt, ziehen sie gegen ihre Austrittsstelle, lateral von den Pyramiden; ausnahmsweise kann ein Hypoglossusbündel auch, die Pyramiden durchbrechend, direct ventralwärts hinabziehen und aus den Pyramiden selbst, gewöhnlich in einem abnormen, seichten Sulcus, an die Oberfläche treten. Die untersten, am meisten distal entspringenden Fasern (Fig. 116) sind hierbei merklich cerebralwärts gerichtet, daher man sie an Querschnitten nie in grösserer Länge zu erhalten pflegt. — Die unteren Olivenkerne werden von vielen Hypoglossuswurzeln durchsetzt, ohne zu ihnen in anatomische Beziehung zu treten; dabei ändern die Nervenbündel aber ihre sonst ziemlich geradlinige Bahn, indem sie sowohl in sagittaler als in frontaler Richtung verschiedenartige Biegungen und oft recht rasche Knickungen durchmachen. Bei den meisten Thieren tritt der Nervus hypoglossus lateral von den Oliven aus.

Nahe der medialen Ecke des grosszelligen Hypoglossuskernes findet sich eine rundliche Gruppe kleiner Zellen von unbekannter Bedeutung, der sich weiter cerebralwärts erstreckende Nucleus medialis oder Nucleus funiculi teretis.

Ein zweites Ursprungsgebiet ist vielleicht der kleinzellige Hypoglossuskern von *Roller*. Man versteht darunter eine rundliche, nicht scharf umschriebene Anhäufung von kleinen Ganglienzellen, die ventral vom grosszelligen Kerne, dicht an ihn angelagert, aber nur in den mehr cerebralwärts gelegenen Ursprungsgebieten, die Hypoglossuswurzelbündel umgeben. Dass aus diesen nicht ganz constanten Zellgruppen Hypoglossusfasern entspringen, ist schwer mit voller Klarheit nachzuweisen.

Es ist ferner möglich, dass jene grossen, multipolaren Zellen, die man in der Substantia reticularis in nächster Nähe der Hypoglossusbündel

sieht (dem Nucleus lateralis medius angehörend), ebenfalls einen weiteren Faserzuwachs veranlassen *(Duval, Koch)*; für das Kaninchen hat *Schäffer* nachweisen können, dass eine solche Ursprungsweise des N. hypoglossus nicht besteht. *Laura* hält den Nucleus ambiguus für einen accessorischen *XII*-Kern.

Ein Theil der Wurzelfasern biegt knapp ventral vom Kerne gegen die Mittellinie ab — dabei vereinigt er sich mit dem schön geschwungenen Bündel (Strangfasern), welches an der ventralen Seite des Hypoglossuskernes die austretenden Wurzelfasern kreuzt und theils aus diesem, theils aus dem Vagoglossopharyngeuskern stammt. Wir hätten in diesen Fasern den gekreuzten Ursprung aus dem Kern der anderen Seite (den *Mingazzini* und Andere leugnen) zu suchen.

Commissurenfasern zwischen beiden Hypoglossuskernen scheinen vorhanden zu sein, ebenso Fasern, die in das hintere Längsbündel eintreten. Verschiedene Beziehungen zu anderen Hirntheilen werden auch durch die Fasern jenes Markfeldes hergestellt, welches, am Boden des vierten Ventrikels gelegen, dorsal vom Hypoglossuskerne besondere Mächtigkeit erlangt und so die weisse Färbung des Ventrikelbodens an dieser Stelle verursacht *(m,* Fig. 119 und 136); viele dieser Fasern wenden sich lateralwärts und vereinigen sich wohl auch zu einem starken Strange, welcher den Vaguskern durchzieht und unbekannt wo endet. *Koch*, der in diesem Markfelde hauptsächlich Verbindungsfasern für Hypoglossuszellen aus verschiedenen Höhen vermuthet, spricht daher von Fibrae propriae nuclei hypoglossi; doch sollen seiner Meinung nach die Commissurenfasern auch von ihnen ausgehen. Diese Fasern gehören aber einem Systeme longitudinaler Fasern an, welches sich am Boden der Rautengrube und weiter hinauf bis in den dritten Ventrikel verfolgen lässt: dorsales Längsbündel *(Schütz)*. In der Gegend des Hypoglossuskernes ist es besonders dicht und daher auffallender. Das dorsale Längsbündel dürfte dazu dienen, eine Verbindung zwischen den verschiedenen Höhen der centralen Höhle herzustellen.

Die Verbindung der Hypoglossuskerne mit dem Grosshirn geschieht aller Voraussetzung nach auf dem bekannten Wege durch Längsfasern der Raphe und weiterhin durch die Pyramidenbahn.

Die centralen Bahnen des N. hypoglossus ziehen von seinem corticalen Centrum (Opercularttheil des Stirnlappens) in einem Bündel, dessen Unterbrechung doppelseitige motorische Zungenstörungen bedingen soll *(Edinger)*, über die obere Kante des Linsenkernes zum Kapselknie; in der inneren Kapsel und weiter hinab dürfte die Hypoglossusbahn wahrscheinlich zwischen Facialis- und Extremitätenbahn gelegen sein.

Roller meint, dass der Hauptkern noch andere Beziehungen, als die zum Nervus hypoglossus habe.

Ein der Poliomyelitis des Rückenmarkes analoger Process kann die motorischen Kerne in der Medulla oblongata und weiterhin bis an den Boden des dritten Ventrikels zerstören. Ueber die Ophthalmoplegia nuclearis haben wir bereits früher (pag. 372) gesprochen; eine Erkrankung, welcher in erster Linie die Ursprungszellen des Nervus hypoglossus (im grosszelligen Kern), dann auch des Facialis, sowie des Vagus und Glossopharyngeus (von beiden letztgenannten Nerven hauptsächlich die motorischen Kerne) und in Ausnahmsfällen auch die Zellen des motorischen Trigeminuskernes zum Opfer fallen, ist als Paralysis glosso-labio-pharyngea (progressive Bulbärparalyse, Polioencephalitis inferior) bekannt. Diese genannten Nervenkerne wurden übrigens in höherem oder geringerem Grade gelegentlich auch bei Tabes erkrankt gefunden.

Fast immer sind beide Hypoglossuskerne gleichzeitig afficirt, da sie ja auch so nahe nebeneinander liegen. Einseitige Kerndegeneration kommt bei embolischer Erweichung *(Hirt)* und Tabes ausnahmsweise vor.

In der progressiven Paralyse pflegt das dorsale Längsbündel auffallenden Faserschwund darzubieten *(Schütz)*.

Gerlach, Ueber die Kreuzungsverhältnisse in dem centralen Verlaufe des N. hypoglossus. Zeitschr. f. ration. Med. 34. Bd. 1869. *Duval*, Rech. Journ. de l'Anat. 1876. *Vincenzi*, Sull' origine reale del N. ipoglosso. Atti d. R. Accad. d. Torino 1885. *Laura*, Sull' origine reale dei nervi spinali. Torino 1878. *Roller*, Ein kleinzelliger Hypoglossuskern. Arch. f. mikr. Anat. 1881. *Mingazzini*, Intorno alle origini del N. hypoglosso. Annali di freniatria. 1891. *Koch P. D.*, Untersuchungen über den Ursprung und die Verbindungen des N. hypoglossus. Arch. f. mikr. Anat. 31. Bd. 1887. *Schütz*, Anatomische Untersuchungen über den Faserverlauf im centralen Höhlengrau. Arch. f. Psych. 22. Bd. *Hirt*, Hemiatrophie der Zunge. Berliner kl. Wochenschr. 1885. *Koch* et *Marie*, Hémiatrophie de la langue. Revue de méd. 1888. *Schäffer O.*, Ueber die Ursprungsverhältnisse des Nervus hypoglossus. Dissertation. Erlangen 1889. *Raymond* et *Artaud*, Le trajet intra-cérébral de l'hypoglosse. Arch. de Neurologie, VII. Bd.

C. Das Kleinhirn.

1. Centrale Ganglienmassen.

Wir haben am Kleinhirn einen peripheren grauen Belag, die Kleinhirnrinde, kennen gelernt, ferner graue Massen in dessen Innerem, sowie eine Anzahl von Marksträngen, die sich an der Bildung seines Markkernes betheiligen.

Indem wir uns die Besprechung der feineren histologischen Verhältnisse, welche die Kleinhirnrinde darbietet, für später vorbehalten,

wollen wir zunächst die centralen grauen Massen des Kleinhirns untersuchen. Weder das Corpus dentatum mit seinen beiden Appendices, Pfropf und Kugelkern, noch der Dachkern erreichen an einer Stelle die Ventrikeloberfläche, der sie sich aber — nur durch einen schmalen Saum von ihr getrennt — an einigen Stellen sehr nähern.

1. Das **Corpus dentatum** stellt ein beutelförmiges, vielfach gefaltetes Blatt grauer Substanz dar, welches einen durch grosse Venen ausgezeichneten Markkern (Nucleus medullaris corporis dentati) einschliesst; die Oeffnung dieses Beutels, Hilus corporis dentati, sieht cerebral- und medianwärts. Die Breite des grauen Bandes ist 0·3 bis 0·5 Millimeter.

Wir finden hier nur eine Art Nervenzellen in nicht sehr gedrängter Lagerung, von 20 bis 30 μ Längsdurchmesser, mit wechselndem Pigmentgehalt. Die meisten von ihnen sind derart angeordnet, dass ein Fortsatz gegen den Markkern gerichtet ist und sich häufig ziemlich weit in diesen hinein verfolgen lässt, während zwei bis drei sich bald dichotomisch theilende Fortsätze gegen die äussere Marksubstanz des Kleinhirns ziehen. Zahlreiche Markfasern durchsetzen, ohne zu gröberen Bündeln vereinigt zu sein, die graue Substanz von aussen nach innen, während andere, gelegentlich recht breite Markfasern in der grauen Substanz selbst parallel zur Oberfläche der Lamelle verlaufen. Ausserdem finden wir in der ganzen Breite des grauen Bandes ein ziemlich dichtes Netz feinerer Markfasern.

Die Zellen des Corpus dentatum entwickeln sich beim menschlichen Fötus schon sehr früh, so dass sie zwischen dem sechsten und siebenten Embryonalmonate bereits deutlich erkennbar sind.

2. Der **Dachkern** (Fig. 10, 128, 153, *Nt*) ist als grauer Centralkern des Kleinhirnwurmes anzusehen; er stellt eine nicht scharf begrenzte dreieckige oder ovale Masse von etwa 6 Millimeter sagittalem Längsdurchmesser dar; er wird vom Ventrikelepithel nur durch eine dünne Marklage getrennt und liegt im ventralen Theile vom Markkern des Wurmes (etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Höhe in Anspruch nehmend). Nach rückwärts zu ist er weniger scharf abgegrenzt. Gegen die Medianebene hin erreicht er beinahe den Dachkern der anderen Seite. Neben sehr zahlreichen Nervenfasern, von denen viele in gröberen Bündeln quer zum Dachkern der anderen Seite ziehen (*Dt*, Dachkernkreuzung), finden sich hier grosse, blasige Ganglienzellen (40 bis 90 μ) mit viel gelbbräunlichem Pigment; auch auffallend dicken Axencylindern (5 μ) begegnet man hier, sowie ziemlich zahlreichen Körnern.

3. und 4. Der **Pfropf** und der **Kugelkern** sind, da sie nur abgetrennte Theile des Corpus dentatum darstellen, demselben in seinem Baue sehr ähnlich.

Bei Thieren finden wir im Kleinhirn ebenfalls graue Centralmassen, doch wäre zu bemerken, dass das Corpus dentatum niemals so reich gezackt erscheint wie beim Menschen, sondern schon beim Affen ein relativ breiteres, mit wenigen Umbiegungen versehenes Blatt darstellt und bei niederen Säugethieren zu einer mehr diffusen grauen Masse wird. Bei Vögeln treffen wir, entsprechend der starken Reduction ihrer Kleinhirnhemisphären, fast nur mehr den Dachkern, der, von einer dünnen Schichte Marksubstanz bedeckt, sich jederseits gegen den bei diesen Thieren vorhandenen dorsalen Fortsatz des vierten Ventrikels hervorwölbt.

2. Die Markfaserung des Kleinhirns.

Zur Bildung der Markmasse des Kleinhirns treten jederseits drei mächtige Faserzüge, die Kleinhirnschenkel, zusammen, denen sich noch mehrere Faserzüge von geringerem Umfange anschliessen.

In welcher Weise **der Strickkörper**, das Corpus restiforme, entsteht, woher er seine Fasern bezieht, wurde bereits (pag. 333) besprochen; wir haben ferner (pag. 336) erwähnt, dass der Rückenmarksantheil des Strickkörpers sich zum Kleinhirnwurm wendet, wo er sich wahrscheinlich zum Theile mit den von der anderen Seite kommenden Fasern in der „vorderen Kreuzungscommissur" kreuzt; der aus der Olive stammende Antheil des Corpus restiforme verliert sich in einem Fasergewirre, welches das Corpus dentatum von aussen einhüllt, in dem sogenannten Vliess *(Stilling)*.

Jener Antheil des Strickkörpers, der ungekreuzt in der Rinde des Wurmes endet, dürfte nach *Monakow's* Erfahrungen aus der Kleinhirnseitenstrangbahn stammen. Von *Vejas* wird überhaupt jede Kreuzung des Corpus restiforme im Kleinhirn geleugnet. *Auerbach* findet, dass die ventrale Portion der Kleinhirnseitenstrangbahn dennoch vorwiegend zur anderen Seite des Oberwurmes ziehe, während nur die Fasern der dorsalen Abtheilung grösstentheils an der gleichen Seite des Wurmes endigen.

Es ist wahrscheinlich, dass viele Fasern aus dem Strickkörper auch an die verschiedenen Stellen der Hemisphärenrinde gelangen. Dabei aber wird man leicht einsehen, dass bei dem direct cerebralwärts gerichteten Verlaufe des Corpus restiforme diejenigen Bündel, welche für die hinteren Theile des Kleinhirns bestimmt sind, eine scharfe Umbiegung spinalwärts machen müssen (Nacken des Kleinhirnstieles).

Die Fasern, welche aus der Brücke durch die **Brückenarme** in das Kleinhirn eintreten, legen sich zu dünnen Markblättern zusammen,



welche, entsprechend den Aesten und Zweigen des Markkernes, sich weiterhin abspalten lassen. Es scheint, dass die gesammte Rinde der Kleinhirnhemisphären und des Wurmes reichlich mit Brückenfasern bedacht wird. Eine Kreuzung derselben im Wurme ist nicht nachgewiesen, hingegen ist es wohl möglich, dass auch das Vliess Fasern aus der Brücke erhält. Näheres über das Verhalten der Brückenfasern wurde bereits angegeben (pag. 323) und dabei hervorgehoben, dass sie hauptsächlich dazu bestimmt erscheinen, auf dem Wege des Hirnschenkelfusses eine gekreuzte Verbindung zwischen Gross- und Kleinhirn herzustellen.

Der dritte Kleinhirnschenkel zieht als **Bindearm** (oberer Kleinhirnschenkel, Pedunculus cerebelli superior, Brachium conjunctivum, copulativum, Crus cerebelli ascendens, Processus cerebelli ad corpora quadrigemina, ad cerebrum) cerebralwärts.

Fast alle Fasern des Nucleus medullaris corporis dentati treten aus dem Hilus in den Bindearm ein und bilden dessen wichtigsten (intraciliaren, vom „Corpus ciliare" stammenden) Bestandtheil. Der Bindearm führt aber auch extraciliare Fasern aus dem Vliesse, dem Akusticus, dem Dachkerne, und vielleicht auch einige wenige aus der Kleinhirnrinde, namentlich dem Wurme. Sobald sich die Bindearmfasern zu einem Bündel gesammelt haben, liegt dieses an der medialen Seite des Strickkörpers (vgl. Fig. 125). Im seitlichen Winkel der Rautengrube, knapp unter dem Ependym, schliesst sich dem Bindearme ein leicht abzufaserndes Bündel an, das cerebralwärts bis zum Locus coeruleus verfolgt werden kann und mit ihm jedenfalls in Zusammenhang steht; dies geht daraus hervor, dass man (namentlich an Sagittalschnitten in der Richtung des Bindearmes) zahlreiche versprengte, bis 90 μ grosse, dunkelbraun pigmentirte Zellen in diesem Bündel vorfindet, welche spindelförmig meist der Faserrichtung entsprechend gelagert sind (laterales Längsbündel des Daches vom vierten Ventrikel). Spinalwärts scheint dieser Faserzug sich gerade vor den Striae acusticae, dorsal vom Corpus restiforme, gegen den Stiel der Flocke seitlich zu wenden. Ueber die Beziehungen des Bindearmes zum Nervus acusticus siehe pag. 387.

Wenn die Bindearme aus der Substanz des Kleinhirns ausgetreten sind und von aussen sichtbar convergirend gegen die Vierhügel hinziehen, werden sie bald von der Seite her durch die untere (laterale) Schleife bedeckt; ferner zeigen sie — wie wir an den Querschnitten gesehen haben (Fig. 123 bis 127) — das Bestreben, ventralwärts und gegen die Mittellinie zu rücken, bis sie etwa unter dem vorderen Dritttheile der hinteren Vierhügel die Kreuzung beginnen; diese ist gerade unter der Mitte der vorderen Vierhügel am aus-

gebildetsten (Bindearmkreuzung, *Wernekinck*'sche Commissur, Haubenkreuzung). Jedenfalls kreuzt sich hier der grösste Theil der Bindearmfasern; es ist aber angegeben worden, dass im Bindearm auch Fasern vorhanden sind, welche sich an der Decussation nicht betheiligen *(Arnold, Mendel)*; auch sollen im hinteren Winkel der Kreuzung Commissurenfasern zwischen beiden Kleinhirnhemisphären, respective zwischen Ursprungsgebieten des Nervus acusticus vorhanden sein *(Mendel, Bechterew)*, so dass die Bindearmkreuzung analog dem Chiasma opticum als Chiasma der Hörnerven bezeichnet wurde *(Meynert)*.

Nachdem sich die Bindearme gekreuzt haben, ziehen sie als kreisrunde Stränge (weisser Kern der Haube) eine kurze Strecke weiter cerebral wärts, schwellen aber jederseits bald durch Einlagerung kleiner pigmentirter Ganglienzellen zu einer am Querschnitte ebenfalls rundlichen Masse an (Fig. 131, 132 133), die im frischen Zustande leicht bräunlich gefärbt ist, dem **rothen Kern** (Nucleus tegmenti, ruber, Haubenkern, Olive supérieure von *Luys*). Die genaueren histologischen Verhältnisse des rothen Kernes bedürfen noch sehr einer eingehenderen Untersuchung. Aus dem rothen Kerne treten die Fasern in der Weise aus, dass sie sich schon innerhalb des Ganglions zu kleinen Faserbündeln sammeln, wodurch dieses bei schwacher Vergrösserung ein eigenthümlich gestreiftes oder punktirtes Aussehen erlangt.

Es ist nicht leicht möglich, sich eine klare, überzeugende Anschauung von dem weiteren Schicksale der aus dem rothen Kerne austretenden Fasern zu verschaffen. Am wahrscheinlichsten ist es, dass, wie dies *Forel* beschreibt, diese Fasern sich meist in dem ventralen Theile des Thalamus opticus verlieren; vielleicht endigen Antheile derselben auch in der Grosshirnrinde *(Meynert)* namentlich in den Centralwindungen *(Flechsig* und *Hösel)*, ebenso dürften Beziehungen des rothen Kernes zum Linsenkerne vorhanden sein *(Wernicke)* (vgl. Fig. 161).

Abgesehen von den drei Kleinhirnschenkeln bestehen noch verschiedene **andere Verbindungen des Kleinhirns**. Man hat Kleinhirnwurzeln für zahlreiche Hirnnerven beschrieben, sicher nachgewiesen sind sie übrigens für keinen Nerven; höchst wahrscheinlich erhält die sensible Trigeminuswurzel Zuzug aus dem Kleinhirnmarke (vgl. pag. 374). Jene Fasern, welche als Kleinhirnwurzel des Nervus acusticus bezeichnet werden, sind wohl nur secundäre Verbindungen des Kleinhirns mit dem grosszelligen Kerne (Fig. 150); letztere gelangen in wahrscheinlich partiell gekreuzter Weise zu den Dachkernen. Aus der Vierhügelgegend kommt jederseits der Mittellinie ein dünner Faserzug im Velum medullare anterius unter der Lingula ins Kleinhirn: Frenulum veli medullaris anterioris.

Im Markkerne der Kleinhirnhemisphären treffen wir verschiedene Abtheilungen, und zwar 1. den Markkern des Corpus dentatum; 2. jenes Fasergewirr, das, zum Corpus dentatum in enger Beziehung stehend, dasselbe von aussen einhüllt: das Vliess; 3. in der nun folgenden Hauptmasse hat *Stilling* einzelne, zum Theile nur schwer auseinander zu haltende Fasergebiete unterschieden; 4. unmittelbar unter der Kleinhirnrinde treffen wir auf eine 0·2 bis 0·5 Millimeter breite Schichte von Fasern, welche der Oberfläche parallel am inneren Rande der Rinde vorbeistreichen und als „guirlandenförmige Bündel" die einzelnen Läppchen untereinander verbinden (Fig. 153, *g*); 5. an Sagittalschnitten bemerkt man ferner noch zahlreiche Bündel von Querfasern vor (cerebralwärts von) dem Corpus dentatum, sie gehören der grossen Kreuzungscommissur an; andere Querfasern bilden Bündelgruppen dorsal vom Corpus dentatum, ober dem Vliesse die dorsale Kleinhirnkreuzung.

Der **Markkern des Wurmes** (Fig. 153) wird häufig auch Corpus trapezoideum benannt; doch ist diese Bezeichnung zu vermeiden, da sie bereits anderweitig in Gebrauch ist. Ein Sagittalschnitt durch diesen Markkern lässt zunächst den Dachkern, *Nt*, erkennen. Er ruht auf einer Lage sagittaler Fasern auf (medianes sagittales Basalbündel, *Bs*), die sich cerebralwärts in die Markfasern des Velum medullare anterius *(Vma)* verfolgen lassen. Seitlich schliessen sich ihnen die lateralen Längsbündel des Ventrikeldaches an. Zwischen den Fasern des Basalbündels finden sich ebenfalls einzelne schwarz pigmentirte Nervenzellen.

Cerebralwärts von dem Dachkerne, durch eine 0·2 Millimeter breite Zwischenschichte von ihm getrennt, circa 0·4 Millimeter hinter der Rinde, treffen wir auf eine Region von quergetroffenen Bündeln: **die grosse vordere Kreuzungscommissur**, *DC*. Oberhalb der vorderen Hälfte des Dachkernes verbreitert sich dieses anfänglich nur 0·2 Millimeter breite Querschnittsfeld bis zu 1 Millimeter; es reicht von hier aus, allmählich wieder schmäler werdend, weit in den senkrechten Ast des Arbor vitae, *Rv*, hinein und endigt dort spitz zulaufend; auch ober der hinteren Hälfte des Dachkernes sieht man eine, aus einzelnen quergetroffenen Bündeln bestehende, undeutliche bogenförmige Fortsetzung der vorderen Kreuzungscommissur, welche nahe unter der Rindensubstanz bis in den Beginn des horizontalen Markastes, *Rh*, hinein verfolgt werden kann *(dc)*. Namentlich dort, wo die vordere Kreuzungscommissur am entwickeltsten ist, wird sie durch sagittale Faserzüge, welche aus dem vorderen Rande des Dachkernes austreten, in am Querschnitte spindelförmige Bündel zerspalten. Frontalschnitte lehren (Fig. 128), dass nicht wenige Fasern aus der Kreuzungs-

commissur, namentlich solche, welche dorsal vom Dachkerne verlaufen, in der Medianebene zwischen beiden Dachkernen herabsteigen, sich hier kreuzen und dann wahrscheinlich in die Sagittalrichtung umbiegen.

Ein zweites System von Querfasern, unabhängig von der vorderen Kreuzungscommissur, stellt die **Dachkernkreuzung**, *Dt*, dar. Wir haben bereits oben erwähnt, dass innerhalb des Dachkernes zahlreiche rundliche Bündel von einer Seite zur anderen hinüber verlaufen, und zwar am zahlreichsten im vorderen Antheil des Dach-

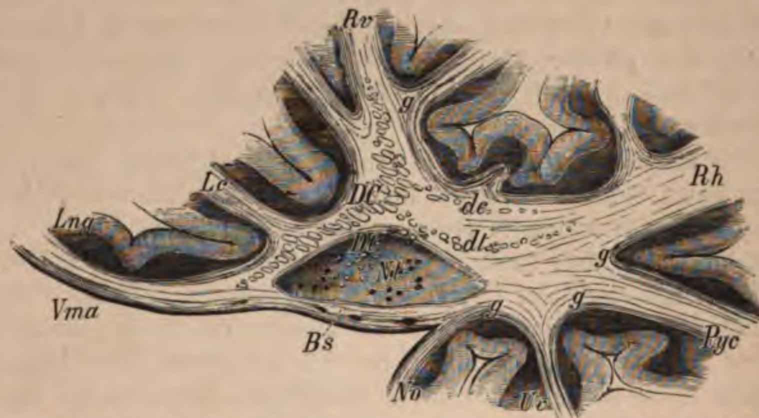


Fig. 153. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn, einige Millimeter seitlich der Mittellinie. Vergr. 5. *Vma* Velum medullare anterius, *Lng* Lingula, *Lc* Centralläppchen, *Rv* verticaler Markast, *Rh* horizontaler Markast, *Pyc* Pyramis cerebelli, *Uv* Uvula, *No* Nodulus, *Bs* sagittales Basalbündel des Kleinhirns, *DC* vordere grosse Kreuzungscommissur *dc* deren hintere Fortsetzung, *Nt* Dachkern, *Dt* Dachkernkreuzung, *dt* deren hintere Fortsetzung, *g* guirlandenförmige Bündel.

kernes. Diese rundlichen Bündelquerschnitte bilden weiterhin eine kurze Strecke weit die dorsale Begrenzung des Dachkernes und verlassen diesen schliesslich in einer leicht gebogenen Linie, so dass die letzten dieser Bündel sich im Beginn des horizontalen Markastes finden. Dieser letztere Theil der Dachkernkreuzung, *dt*, ist nichts Anderes, als der mediale Theil der dorsalen Kleinhirnkreuzung.

Hinter dem Dachkerne (distalwärts) finden sich im Markkerne keine zu Bündeln vereinigte Querfasern, wohl aber trifft man solche im horizontalen Markaste weit hinten, dort, wo er in eine Anzahl kleinerer Aeste zerfällt (hintere Kleinhirncommissur). In den Markästen sehen wir fast ausschliesslich longitudinale Fasern, d. h. wenn

wir den Schnitt in einer Richtung führen, welche zur Verlaufsrichtung der Windungen senkrecht steht — also für den Wurm genau sagittal, für die Hemisphären entsprechend nach hinten seitlich divergirend. Im Centrum des Markastes sind dies Längsfasern, welche direct nach dem Markkerne ziehen; unterhalb der Rinde hingegen liegen die bereits beschriebenen guirlandenförmigen Faserzüge. An allen Stellen, wo die Markäste sich dichotomisch theilen, oder wo ihnen Seitenzweigchen aufsitzen, zeigt sich eine Verdichtung der Marksubstanz, durch eine Vermehrung der Bindegewebszellen bedingt. Dadurch erscheinen diese Stellen an gefärbten Präparaten dunkler tingirt.

Von den **Verbindungen** des Kleinhirns sind demnach die folgenden nahezu sicher nachzuweisen; nebstbei dürften aber noch weitere Beziehungen bestehen, welche noch nicht hinreichend erkannt sind:

1. Mit dem Rückenmarke und dem Nachhirne, durchwegs durch Vermittelung der Strickkörper.

a) Mit der *KS* und dadurch mit den *Clarke*'schen Säulen und den hinteren Wurzeln derselben Seite.

b) Mit den Hinterstrangskernen derselben und der anderen Seite, also indirect mit den hinteren Wurzeln beider Seiten.

c) Mit dem contralateralen unteren Olivenkerne.

Die directe *KS* wird etwa im achten Embryonalmonate, vor der Hauptmasse des Corpus restiforme, markhaltig.

2. Mit dem Mittelhirn bestehen nur schwache Verbindungen angeblich durch das Frenulum veli medullaris anterioris.

3. Mit dem Vorder- und Zwischenhirn.

a) Durch die Brückenarme und den contralateralen Fuss des Grosshirnschenkels mit der anderen Grosshirnhemisphäre. (Ein Theil dieser Verbindung ist als frontale Brückenbahn beschrieben worden.)

b) Durch die Bindearme mit dem rothen Kerne der anderen Seite und weiterhin mit dem Thalamus opticus.

c) Mit dem Linsenkerne indirect durch die contralaterale untere Olive und die centrale Haubenbahn.

4. Mit einigen Hirnnerven; sicher mit dem Nervus acusticus, und zwar mit einem Ursprungskerne der Radix vestibularis, sowie wahrscheinlich mit dem Nervus trigeminus. Diese Verbindung des Kleinhirns mit mehreren Hirnnerven bezeichnet *Edinger* als directe sensorische Kleinhirnbahn. Wir haben uns, nach seiner Darstellung, darunter einen Faserzug vorzustellen, der etwa aus der Gegend des Kugelkernes entspringt und medial vom Corpus restiforme herabzieht; er gibt die meisten Fasern an den Nervus trigeminus und Nervus acusticus ab, wird aber dann, indem er dem Nervus vagus und Nervus

glossopharyngeus noch einzelne Fasern zusendet, immer schwächer; seine letzten Reste soll man bis in die Hinterstränge des Rückenmarkes verfolgen können.

Es scheint also eine directe Beziehung zwischen Kleinhirn und vorderen Rückenmarkswurzeln, sowie zu den rein motorischen Hirnnerven zu fehlen. Man kann aber annehmen, dass es von verschiedenen sensiblen Gebieten her erregt wird und weiterhin befähigt ist, unter der Einwirkung dieser Erregungen die Auslösung motorischer Acte zu beeinflussen.

Die physiologischen Beziehungen des Kleinhirns lassen sich auf Grundlage der obigen anatomischen Auseinandersetzungen noch näher präcisiren. Von sensiblen Eindrücken sind es hauptsächlich jene des Muskelgefühles (pag. 255 und 328), welche durch die Hinterstrangskerne dem Kleinhirn übermittelt werden; ferner bestehen sehr innige Beziehungen zu dem grosszelligen Akusticuskern, aus welchem die Hauptmasse des Nervus vestibularis entspringt. Wir müssen unbedingt die Bogengänge des Labyrinthes, vorzüglich nach den genauen Untersuchungen von *Golz*, *Mach*, *Breuer* u. A., als Centren des Gleichgewichtssinnes ansehen; die durch diesen Sinn gesetzten Eindrücke werden also dem Kleinhirn direct zur weiteren Verarbeitung übermittelt.

Die Eindrücke auf dem Gebiete der Muskelsensibilität und des Gleichgewichtssinnes (sowie die visceralen Empfindungen, welche durch die Kleinhirnseitenstrangbahn dem Kleinhirn zugeleitet werden dürften) pflegen sich nicht so lebhaft an dem intellectuellen Leben zu betheiligen, wie die anderen Sinneseindrücke; wohl aber wirken sie fortwährend unterhalb der Schwelle des Bewusstseins — also ohne Intervention der Grosshirnrinde — modificirend auf die Körperbewegungen ein. Diese erwähnten Sinnesempfindungen finden einen Sammelpunkt im Kleinhirn, von hier aus dirigiren sie die Bewegungen; durch dieses Centrum wird den einzelnen Muskelcontractionen wahrscheinlich die nothwendige, richtig abgemessene Kraft zur Erzielung einer coordinirten Gesammtbewegung zugewiesen.

Es ist kaum zu erwarten, dass diese vom Kleinhirn ausgehende Beeinflussung der Motilität an die cortico-musculäre Pyramidenbahn direct auf ihrem Wege durch die Brücke herantritt, trotz der innigen Durchflechtung beider Systeme; denn wir müssen annehmen, dass die zum Rückenmarke herabsteigenden Pyramidenfasern die Brücke ununterbrochen passiren. Diese durch das Kleinhirn vermittelte physiologische Beziehung zwischen gewissen Sinneseindrücken und Motilität dürfte also theils in der Grosshirnrinde (Fig. 137, *C 5*), meist aber in subcorticalen Gegenden des Grosshirns stattfinden.

3. Die Rinde des Kleinhirns.

Am Durchschnitte ist die Grenze zwischen Marksubstanz und Rinde im Kleinhirn nirgends eine ganz scharfe; völlig verwischt erscheint sie gegen die Spitze der Läppchen hin, deutlicher ist sie in der Tiefe der Furchen (Fig. 154).

Es finden sich nämlich im Kleinhirnmarke zwischen den Nervenfasern verstreut oder auch in Reihen angeordnet fast überall die auf Seite 164 beschriebenen „Körner" (vgl. Fig. 52); diese drängen sich nach aussen zu immer dichter aneinander und constituiren so schliesslich die innerste Schichte der Kleinhirnrinde, die **Körnerschichte** (rostbraune Schichte, da sie makroskopisch durch eine gelbbräunliche Färbung ausgezeichnet ist). Die Körnerschichte ist am schmälsten in der Tiefe der Furchen, am breitesten unter der Spitze der Läppchen.



Fig. 154. Querschnitt durch eine Windung des Kleinhirns. Karminpräparat. Vergr. 15.

Die Körner sind nicht vollkommen gleichmässig in dieser Schichte zerstreut, sondern bilden dort, wo sie am dichtesten stehen, immer rundliche Gruppen. Diese Körner scheinen wohl bei den gewöhnlich gebrauchten Untersuchungsmethoden alle fast gleichartig zu sein; allein es müssen zwei histologisch ganz verschiedene Arten unterschieden werden, welche sich am deutlichsten bei hochgradiger Sklerose des Kleinhirns sondern. Mit dem Zugrundegehen aller nervösen Elemente in den sklerosirten Partien ist auch die Mehrzahl der Körner geschwunden, erhalten bleibt aber ein zierliches, etwa 60 bis 80 μ breites Band dichtgedrängter Körner an der äusseren Peripherie der Körnerschichte und vereinzelte Körner zerstreut in der übrigen genannten Schichte, sowie in der nach aussen folgenden grosszelligen Schichte. Diesen letzteren Körnern kann also die Bedeutung von nervösen Elementen mit aller Entschiedenheit abgesprochen werden. Gleich der gesammten Körnerschichte ist das erwähnte, in der Sklerose erhalten bleibende Körnerband in der Tiefe der Furchen schmäler. Man kann zwischen den Körnern auch unzweifelhafte Ganglienzellen von spindelförmiger, rundlicher Gestalt, pigmentführend, bis 30 μ im Durchmesser haltend, antreffen; doch wechselt die Anzahl dieser

Zellen, die häufig fast ganz fehlen, sehr bei verschiedenen Individuen. Nebstdem findet man immer eine grosse Anzahl von kleinen Zellen in der Körnerschichte, die sich weniger gut oder gar nicht mit Hämatoxylin färben, wohl aber mit Eosin; *Denissenko* hat sie daher als Eosinzellen bezeichnet und ihnen eine von den ersteren verschiedene Bedeutung zugewiesen.

Die markhaltigen Nervenfasern (Fig. 155) der centralen Marksubstanz geben, sobald sie in die dichteren Lagen der Körner eingedrungen sind, zum Theile ihre mehr oder minder parallele, respective radiäre Verlaufsrichtung auf und bilden ein zierliches Maschenwerk durch die ganze Breite der Körnerschichte. Ausserdem finden sich in dieser Schichte, den Raum zwischen den Körnergruppen ausfüllend, ziemlich grosse rundliche Massen, deren histologische Auflösung grossen Schwierigkeiten begegnet; dieselben werden jedenfalls neben wenig Neuroglia, vorzüglich durch ein dichtes Netzwerk feiner verfilzter Fasern gebildet; letzteres besteht aus unzweifelhaften Bindegewebsfibrillen, sowie aus marklosen Nervenfasern, welche zum grossen Theile durch die Verästelungen der Fortsätze der Körner entstehen. Ausserdem betheiligen sich aber an diesem Netzwerke Seitenäste vom Axencylinderfortsatze der *Purkinje*'schen Zellen, sowie feinste nervöse Fibrillen, welche aus den mehr peripheren Schichten in diese Schichte hereinziehen.



Fig. 155. Querschnitt durch ein Kleinhirnläppchen. Vergr. 15. *Weigert*-Präparat.

Die nun nach aussen zu folgende Schichte der Kleinhirnrinde ist hauptsächlich durch eigenthümliche grosse Nervenzellen charakterisirt, welche, in einfacher Reihe angeordnet, die Körnerschichte umsäumen (Fig. 154 und 156). Diese zweite, mittlere Schichte wird daher gewöhnlich auch als **grosszellige Schichte** bezeichnet.

Die erwähnten Nervenzellen (Fig. 156, 157, 158), welche nach ihrem Entdecker ganz allgemein *Purkinje*'sche Zellen genannt werden, haben eine rundliche, etwas flachgedrückte Form, wie eine Linse oder ein Kürbiskern. Der Querdurchmesser dieser Zellen beträgt circa 30 μ, der Längsdurchmesser 40 μ; doch wird diese Dimension, da zwischen der Zelle und dem gleich zu erwähnenden peripheren Fortsatz sich keine strenge Grenze ziehen lässt, gewöhnlich etwas grösser angegeben. Die Dicke schwankt zwischen 25 und 30 μ.

Die *Purkinje*'schen Zellen haben einen rundlichen grossen Kern (16 μ) mit deutlichem Kernkörperchen; Kern und Kernkörperchen

besitzen beide entschieden keine Fortsätze, wie sie *Denissenko* zu sehen meinte. Eine äusserst zarte Zellmembran, welche auch noch auf die Fortsätze der Zelle übergeht, ist nicht sicher nachgewiesen, doch ist ihr Vorhandensein zum mindesten nicht ganz unwahrscheinlich.

Der Zellkörper zeigt eine deutliche faserige Streifung, welche den Kern schlingenförmig umzieht und sich gegen den peripheren Fortsatz wendet. Es mag hervorgehoben werden, dass diese Zellen zum Unterschiede von so vielen anderen grossen Nervenzellen (Grosshirnrinde, Rückenmark, Thalamus opticus u. s. w.) keine oder höchstens nur ungemein wenig Pigmentkörnchen enthalten, ein Umstand, der gewiss auch von physiologischer Bedeutung ist.

An dem der Körnerschichte zugewendeten Pole der Zelle entspringt mit breiter Basis und rasch sich verjüngend der sogenannte centrale Fortsatz, der in Folge seiner Zartheit bald unter den Körnern verschwindet.

Nur an besonders glücklichen Präparaten oder mittelst der Färbung nach *Golgi* gelingt es, diesen Fortsatz weiter in die Tiefe zu verfolgen. Auch an Zupfpräparaten reisst er in Folge seiner Zartheit leicht ab. Deshalb sind auch die Meinungen über sein weiteres Schicksal sehr verschieden. *Koschewnikoff, Schwalbe,* sowie *Beevor* lassen den Fortsatz ungetheilt in den Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser übergehen und *Denissenko* behauptet sogar (entgegen allen anderen Beobachtern), dass er gleich bei seinem Austritte aus der Zelle mit Mark umgeben sei. *Golgi, Ramon y Cajal* u. A. haben gezeigt, dass von dem centralen Fortsatze zahlreiche sehr feine Seitenästchen abgehen, welche die Tendenz zeigen, sich gegen die Oberfläche des Kleinhirns zurückzuwenden; der eigentliche Axencylinderfortsatz behält dabei — im Gegensatze zu wiederholten dichotomischen Theilungen anderer Fortsätze — seine Selbständigkeit bei und lässt sich unmittelbar ohne Abnahme seiner Dicke bis in die Marksubstanz hinein verfolgen. Es ist bisher also nur festgestellt, dass die *Purkinje*'schen Zellen durch ihren centralen Fortsatz mit den Markfasern, und zwar höchst wahrscheinlich mit den radiär verlaufenden Fasern, zusammenhängen.

An dem gegen die Oberfläche des Kleinhirns gerichteten Pole der *Purkinje*'schen Zellen entspringt der dicke periphere Fortsatz welcher aber bereits vollständig in die nächst äussere, die moleculäre Schichte gehört und daher auch dort besprochen werden soll.

Die Körner der Körnerschichte reichen noch theilweise in die grosszellige Schichte hinein. Die äussersten dieser Körner, die auch noch in der moleculären Schichte vorgefunden werden, sind meist merklich grösser als die in der Tiefe der Kleinhirnrinde befindlichen. Ein nicht

unbeträchtlicher Zug markhaltiger Fasern streicht, die Körnerschichte gleichsam einhüllend, neben den *Purkinje*'schen Zellen vorbei und um sie herum, parallel zur Rindenoberfläche. Zwischen diesen Nervenfasern sieht man, theilweise die gleiche Verlaufsrichtung einhaltend, ziemlich viele Bindegewebsfasern; andere Bindegewebsfasern umstricken die *Purkinje*'schen Zellen oft ziemlich dicht, sie bilden dabei mitunter ganze Körbe, in denen die Nervenzellen liegen. Diese Faserkörbe sind aber nicht mit ähnlichen Faserkörben zu verwechseln, welche ebenfalls die grossen Nervenzellen umgeben und nervöser Natur sein sollen.

Im Ganzen ist das Gewebe der grosszelligen Schichte ein sehr lockeres, so dass Schnitte durch die Kleinhirnrinde hier am leichtesten auseinanderfallen und auch kleinere Blutergüsse sich gerade hier gerne in die Fläche ausbreiten.



Fig. 156. Rinde von der Seitenfläche eines Kleinhirnläppchens. Karminpräparat. Vergr. 90.

Es ist zu bemerken, dass die *Purkinje*-schen Zellen in der Tiefe der Furchen weit auseinanderstehen, während sie jeder Convexität der Rinde entsprechend dicht aneinandergedrängt angetroffen werden. Die Breite der Körnerschichte steht in geradem Verhältnisse zur Anzahl der grossen Nervenzellen.

Es liegt nun die Versuchung nahe, dieses wechselnde Verhalten mit der Entwickelung der Furchen und Windungen des Kleinhirns in Beziehung zu bringen; doch gelingt es nicht, einen derartigen Zusammenhang aufzufinden. Es ergibt sich vielmehr zunächst nur, dass die Anzahl der *Purkinje*'schen Zellen unmittelbar abhängig ist von der Ausdehnung der freien Kleinhirnoberfläche, so dass jede dieser Zellen gewissermassen einen gleich grossen Abschnitt der Rindenoberfläche zu versorgen hat. Da die Oberfläche über der Convexität grösser, in den Concavitäten aber geringer ist, so folgt daraus der verschiedene Reichthum an *Purkinje*'schen Zellen. Die Breite der Körnerschichte, also die Quantität der Körner, richtet sich dann wieder, wie bereits erwähnt wurde, nach der Anzahl der grossen Nervenzellen, mit denen sie demnach sicher in einem, wenn auch noch nicht aufgeklärten, functionellen Zusammenhange stehen.

In der äussersten Schichte, welche die Kleinhirnrinde an allen Stellen in gleichmässiger Dicke (0·4 Millimeter) überzieht, **moleculäre Schichte** (feinkörnige, graue Schichte), fallen zuerst die peripheren Fortsätze (Protoplasmafortsätze) der *Purkinje*'schen Zellen auf

(Fig. 156). Von dem peripherwärts gewendeten Pole der Zelle geht gewöhnlich ein kurzer, dicker Hauptstamm ab, meist ziemlich gerade gegen die Oberfläche hin gerichtet, der aber bald in zwei ansehnliche Hauptäste mit horizontaler Verlaufsrichtung zerfällt. Von diesen Hauptästen gehen wieder ziemlich starke Zweige unter rechtem Winkel gegen die Oberfläche hin ab. Es ergibt sich also daraus, dass alle dickeren Aeste der Fortsätze mit Ausnahme der feinsten Endverzweigungen entweder parallel zur Rindenoberfläche oder (in den beiden mittleren Viertheilen der moleculären Schichte fast ausschliesslich) senkrecht gegen dieselbe verlaufen.



Fig. 157.



Fig. 158.

Fig. 157. Eine *Purkinje*'sche Zelle aus einem Schnitte senkrecht zur Oberfläche und zur Verlaufsrichtung einer Kleinhirnwindung. Sublimatpräparat. Vergr. 120.

Fig. 158. Eine *Purkinje*'sche Zelle aus einem Schnitte senkrecht zur Oberfläche und parallel mit der Verlaufsrichtung einer Kleinhirnwindung. Sublimatpräparat.

Ein einfacher peripherer Fortsatz in der eben geschilderten Weise ist deutlich nur an der Convexität der Läppchen zu sehen; je mehr man gegen die Tiefe der Furchen vorschreitet, desto näher rückt die erste Theilungsstelle dieses Fortsatzes an den Zellkörper heran, bis endlich statt eines einzigen peripheren Fortsatzes deren zwei in horizontaler Richtung von der Zelle abgehen.

Abgesehen davon, dass auch schon von den dickeren Aesten feine Fortsätze abgehen, lösen sich jene nach und nach in ein Netzwerk äusserst zarter Fasern auf, das bis an die freie Oberfläche der Kleinhirnrinde reicht und am besten nach der von *Golgi* vorgeschlagenen Färbungsmethode mit Silber oder Sublimat in seiner wunderbaren Reichhaltigkeit gesehen werden kann (Fig. 157).

Schneidet man das Kleinhirn senkrecht zur Oberfläche, jedoch in der Verlaufsrichtung seiner Windungszüge, so sieht man aber ein anderes Bild (Fig. 158), als das eben beschriebene, welches man bei der üblichen Schnittrichtung (senkrecht zur Richtung der Windungszüge) erhält. Es fehlt dann völlig die Ausbreitung der peripheren Fortsätze nach der Seite hin; es wird nur ein Segment der moleculären Schichte, nicht breiter als der Dickendurchmesser der Zelle, von den Aesten dieses Fortsatzes erfüllt. Daraus geht also hervor, dass die peripheren Fortsätze der *Purkinje*'schen Zellen sich nur in zwei Dimensionen, ganz so wie der Stamm und die Zweige des Treillageobstes und nicht allseitig wie die eines freistehenden Baumes verästeln. Auch dieser Umstand ist sicher nicht ohne physiologische Bedeutung.

Aus der Körnerschichte und der grosszelligen Schichte steigen markhaltige Fasern in die moleculäre Schichte entweder direct gegen die Oberfläche oder in verschieden wechselnder Richtung auf, doch lassen sie sich nur in der inneren Hälfte dieser Schichte und auch da blos in geringer Zahl darstellen. Mitunter sieht man Markfasern parallel zur Oberfläche unter der Pia oder in der Mitte der moleculären Schichte *(Beevor)* streichen.

Verschiedene zellige Elemente finden sich in der moleculären Schichte zerstreut, und zwar 1. jene bereits erwähnten grösseren Körner (nur in den tiefsten Lagen), 2. kleinere, anscheinend freie Kerne, 3. Bindegewebszellen, 4. kleine Zellen, welche sicher als Ganglienzellen aufzufassen sind.

Eine der wichtigsten, aber bisher auch noch am wenigsten aufgeklärten Fragen auf dem uns beschäftigenden Gebiete betrifft das Endschicksal der feinsten, aus den *Purkinje*'schen Zellen stammenden peripheren Fäserchen. Nicht selten meint man die letzten Endästchen an der Kleinhirnoberfläche frei enden zu sehen.

Ein Theil der Endverzweigungen biegt wohl an der Oberfläche oder schon in tieferen Schichten wieder nach innen um; es ist wahrscheinlich, dass sie sich dann in der Tiefe zu Axencylindern sammeln und dadurch zur Bildung der oben erwähnten markhaltigen Nervenfasern in der moleculären Schichte Veranlassung geben oder, marklos bleibend, zu dem Nervennetz der Körnerschichte treten.

Diese Anschauung darf aber immerhin nur als Hypothese aufgefasst werden, welche der Verlegenheit, eine physiologisch passende Endigungsweise für diese Fortsätze zu finden, ihre Entstehung verdankt und auf keine ganz sichere Beobachtung begründet ist.

Es ist zu bemerken, dass nicht nur gröbere Anastomosen zwischen den *Purkinje*'schen Zellen vollkommen fehlen, sondern dass auch die feinsten Fortsätze verschiedener Zellen sich nicht mit denen von anderen vereinigen, dass also eigentlich ein Nervenfasernetz im strengen Sinne des Wortes in der moleculären Schichte nicht vorhanden ist.

Besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Bindegewebes in der moleculären Schichte.

Zwischen der eigentlichen gefässreichen Pia mater und der Kleinhirnrinde hat zuerst *Bergmann* eine zarte Membran (Basalmembran) beschrieben, von welcher Bindegewebsfasern mit trichterförmiger Basis abgehen und in die Kleinhirnrinde treten (Radiärfasern). Dieselben sind wegen ihrer Zartheit an gewöhnlichen Schnittpräparaten nicht weit in die Kleinhirnrinde hinein zu verfolgen; eher kann man sie am Kleinhirn der Neugeborenen sehen. Am beweisendsten sind aber solche Fälle von pathologischen Vorgängen in der Kleinhirnrinde, denen die zarteren Gewebselemente zum Opfer fallen, während das derbe Bindegewebsskelet zurückbleibt; man überzeugt sich dann, dass diese Radiärfasern untereinander parallel, ungetheilt und gestreckt die moleculäre Schichte bis in die grosszellige Schichte hinein durchsetzen (vgl. pag. 422 und Fig. 160). In den tieferen Lagen der moleculären Schichte finden sich auch noch jene bereits erwähnten Bindegewebsfasern, welche parallel der Rindenoberfläche verlaufen. An diesen verschiedenen genannten Bindegewebsfasern kann man nicht selten auch Kerne beobachten.

Jener unbedeutende Raum, welcher in der moleculären Schichte noch zwischen allen den beschriebenen Elementen mit Einschluss der Blutgefässe übrig bleibt, wird durch fein granulirte Neuroglia ausgefüllt.

Den eben geschilderten Bau weist die Rinde an allen Stellen der Kleinhirnoberfläche auf; irgendwelche örtliche Verschiedenheiten sind bisher nicht bekannt; aus diesem Umstande dürfen wir wohl auch den Schluss auf Gleichartigkeit der Function im ganzen Bereiche der Kleinhirnrinde ziehen.

Der graue Rindenbelag des Kleinhirns zeigt auch fast in der ganzen Wirbelthierreihe eine auffallende Uebereinstimmung des feineren histologischen Baues. Innerhalb der Säugethierclasse ist eine gewisse Beziehung zwischen der Grösse der Thierspecies und dem Durchmesser der in der Kleinhirnrinde vorhandenen zelligen Elemente nicht zu verkennen. Dieses Verhältniss betrifft in erster Reihe die *Purkinje*'schen Zellen, theilweise aber auch die Körner.

Von diesen Grössenunterschieden abgesehen, verhält sich die Kleinhirnrinde bei allen Säugethieren nahezu gleich, doch ist die

Reichhaltigkeit der Verästelungen, welche die *Purkinje*'schen Zellen aufweisen, nirgends so ungemein gross, als beim Menschen; besonders arm erscheinen sie bei den kleinen Säugern, namentlich bei den Nagern.

Ferner wird das Bindegewebe in der Kleinhirnrinde bei vielen Säugethieren im Vergleich mit dem Menschen derber. In Folge des letzteren Umstandes kann man z. B. bei der Katze die Balsamembran mit den Radiärfasern meist recht gut sehen und letztere ein beträchtliches Stück in die moleculäre Schichte hinein verfolgen.

Auch noch bei den Vögeln schliesst sich die Kleinhirnrinde in ihrem Bau eng an die der Säugethiere an. *Tenchini* und *Staurenghi* geben an, dass beim Adler die grosszellige Schichte besonders mächtig entwickelt sei. Erst in den anderen Thierclassen treffen wir auch beträchtlichere Verschiedenheiten. Bei den Reptilien, Amphibien und Fischen ist die grosszellige Schichte meist beträchtlich verbreitert, was hauptsächlich durch zahlreiche, der Oberfläche parallele Markfasern verursacht wird. In Folge dieses Umstandes geschieht es dann, dass die *Purkinje*'schen Zellen nicht mehr in einer einzigen Reihe, sondern mehrfach übereinander angeordnet sind. Ferner weisen die genannten Zellen bei den drei niederen Wirbelthierclassen nicht mehr immer jene charakteristische rundliche Form auf; ihre Gestalt ist vielmehr oft eine mannigfach schwankende, spindelförmige, dreieckige u. s. w. Die peripheren Fortsätze der *Purkinje*'schen Zellen sind bei diesen Thieren in etwas anderer Weise verästelt, als dies bei Säugern und Vögeln der Fall ist; sie verlaufen, nachdem sie sich nur wenigemale getheilt haben, direct gegen die Oberfläche des Kleinhirns und geben dabei nur ganz feine Seitenästchen ab, die sich aber nicht weit verfolgen lassen. Auch wird das Zwischengewebe nahe der Oberfläche so zart und locker, dass hier die Kleinhirnrinde häufig einem zarten Spitzengewebe gleicht.

Eine weitere Eigenthümlichkeit des Kleinhirns vieler niederer Wirbelthiere besteht darin, dass das centrale Mark auf ein Minimum reducirt erscheint, oder dadurch, dass die Markfasern stellenweise alle in der Körnerschichte liegen, gänzlich zu fehlen scheint. Bei den Plagiostomen streicht die Hauptmasse der Markfasern sogar nur in dem äusseren Theile der Körnerschichte unter den *Purkinje*schen Zellen, so dass Körnerschichte und Markmasse anscheinend ihre wechselseitige Lage miteinander vertauscht haben.

Die **histologische Entwickelung** der Kleinhirnrinde ist ziemlich genau studirt. Beim Menschen besteht das Kleinhirn zuerst hauptsächlich aus einer Menge runder Körner (Gliakörner), in denen etwa um die Mitte des Embryonallebens ein der Oberfläche paralleles

körnerfreies Band, welches von ihr noch durch die äussere Körnerschichte getrennt ist, sich abhebt. Dieses Band ist der Beginn der moleculären Schichte und hat in seinem Aussehen bereits grosse Aehnlichkeit mit der moleculären Schichte des Erwachsenen. Gleichzeitig, oder auch schon etwas früher, dringt der spätere Markkern des Kleinhirns, vorderhand selbstverständlich nur aus marklosen Fasern gebildet, gegen die Oberfläche vor. Am Ende des sechsten Monats lassen sich mitunter, aber keineswegs immer, die ersten Anfänge der *Purkinje*'schen Zellen an der inneren Grenze der moleculären Schichte erkennen; beim Neugeborenen pflegen sie meist sehr deutlich sichtbar zu sein, doch sind ihre peripheren Fortsätze immer noch wenig verästelt.

Während die Breite der moleculären Schichte langsam zunimmt, bleibt die der äusseren Körnerschichte bis zur Geburt ziemlich gleich, um erst dann abzunehmen und in einer wechselnden Entwickelungsperiode gänzlich zu verschwinden.

Beim Neugeborenen lässt sich die äussere Körnerschichte in zwei ziemlich gleich breite, parallele Schichten zerlegen; die oberflächlichen Körner werden grösstentheils zum Aufbau der Basalmembran verwendet, während die tiefer liegenden später nach und nach in die moleculäre Schichte hineinrücken.

Zur Zeit der Geburt finden sich in der Körnerschichte nur sehr vereinzelte markhaltige Fasern *(A. Meyer)*.

Es wurde bereits angegeben, dass die Nervenzellen des Corpus rhomboideum cerebelli zu denen gehören, welche ihre Ausbildung am frühesten erreichen. Bereits gegen Ende des sechsten Embryonalmonates sind sie in auffallend vorgeschrittener Entwickelung erkennbar, ein Umstand, welcher für die Erklärung ihrer functionellen Bedeutung bisher noch keine Verwerthung gefunden hat.

Schliesslich sei noch hingewiesen auf kleine graue Herde, welche man bei sehr sorgfältiger Untersuchung in vielen Kleinhirnen mitten in der Marksubstanz antreffen kann. Dieselben bleiben meist sehr klein, von kaum sichtbarer Grösse bis zur Grösse eines Hirsekornes, erreichen aber unter Umständen einen Längsdurchmesser von 1 Centimeter. Sie enthalten, abgesehen von einem Markfasernetze, regellos gelagerte, keulenförmige Ganglienzellen, die den *Purkinje*'schen Zellen sehr ähnlich sind; ferner Körner gleich denen der Körnerschichte und ein dichtes Capillarnetz (Fig. 159). Auf die Häufigkeit dieser kleinen Heterotopien grauer Rindensubstanz im Kleinhirn hat *Pfleger* zuerst aufmerksam gemacht.

In der letzten Zeit sind einige Angaben über die feinere Structur der Kleinhirnrinde von *Golgi*, namentlich aber von *Ramon y*

Cajal und *Kölliker* gebracht worden, welche sich hauptsächlich auf die Untersuchung von Präparaten stützen, die nach der *Golgi*'schen Methode der Silberimprägnation behandelt wurden. Darnach wären die Körner der Körnerschichte als kleine multipolare Zellen aufzufassen, mit wenigen kurzen verästelten Ausläufern, die in ein kleines Büschel kurzer Endästchen ausgehen; ausserdem sollen sie aber auch einen Axencylinderfortsatz besitzen, der sich aufwärts gegen die Molecularschichte wendet (so dass also zwischen den *Purkinje*'schen Zellen eine sehr grosse Anzahl solcher Axencylinderfortsätze durchpassiren müsste) und dort dann in verschiedener Höhe



Fig. 159.



Fig. 160.

Fig. 159. Schnitt durch eine kleine Heterotopie im Kleinhirnmarke, *a* Marksubstanz, *b* grauer Herd. Karmin. Vergr. 40.

Fig. 160. Encephalitis der Kleinhirnrinde, wobei namentlich die bindegewebigen Antheile der Rinde erhalten geblieben sind. Man sieht deutlich die Radiärfasern der molecülären Schichte, bemerkt die Lücken für die ausgefallenen *Purkinje*'schen Zellen und trifft in dem bindegewebigen Stützwerke zwischen Körnerschichte und Mark einzelne erhaltene Markfasern. Weigertfärbung. Vergr. 60.

sich in zwei horizontal verlaufende Aeste theilt. In der Molecularschichte finden sich bekanntermassen kleine Nervenzellen; der Axencylinderfortsatz dieser Zellen soll entweder in die Tiefe dringen oder aber eine Anzahl von Seitenästchen in dieser Richtung abgeben. Diesen Axencylinderfortsätzen, respective ihren Seitenästen wird eine innige Beziehung zu den *Purkinje*'schen Zellen vindicirt; sie sollen nämlich an diese herantreten und sich hier pinselförmig in feinste Aestchen auflösen, welche die *Purkinje*'schen Zellen umfassen oder sich an dieselben enge anlegen; sie bilden gewissermassen feinste Faserkörbe, in denen die grossen *Purkinje*'schen Zellen liegen. Die Zellen der Molecularschichte, von denen diese körbebildenden Fortsätze ausgehen, werden daher Korbzellen genannt.

4. Blutgefässe des Kleinhirns.

Das menschliche Kleinhirn erhält sein arterielles Blut ausschliesslich aus dem Gebiete der Arteria vertebralis.

Man kann jederseits drei Arterien für das Kleinhirn bemerken (vgl. Fig. 183): die Arteria cerebelli inferior posterior (sie geht gewöhnlich vom obersten Stück der Arteria vertebralis, manchmal auch vom Beginne der Arteria basilaris ab), die Arteria cerebelli inferior anterior aus der Arteria basilaris, und die Arteria cerebelli superior aus dem vordersten Theile der Arteria basilaris, kurz bevor sie sich in die beiden Arteriae cerebri posteriores spaltet. Die Arteria cerebelli superior ist sehr constant, während die beiden erstgenannten häufig, namentlich einseitig, fehlen. Die Arteria cerebelli inferior anterior besitzt das kleinste Caliber von den drei Kleinhirnarterien. Alle drei gehen unter rechtem Winkel von dem Hauptstamme ab. Noch innerhalb der Pia theilen sich diese Gefässe wiederholt, und nur kleine zarte Aestchen dringen in das Innere der Kleinhirnsubstanz ein. Blos von der Arteria cerebelli anterior geht ein grösserer Zweig ab, welcher von vorne her gegen den Hilus des Corpus dentatum und in dessen Markkern eindringt, Arteria corporis dentati. Die grösseren Venen im Innern des Markkernes vom Corpus dentatum wurden bereits kurz erwähnt.

Das Capillarnetz der Kleinhirnrinde zeigt gewisse Eigenthümlichkeiten, die der Schichtung der nervösen Bestandtheile entsprechen.

In der moleculären Schichte sehen wir die Arterien und Venen senkrecht von der Oberfläche her eindringen und diesen Verlauf bis gegen die *Purkinje*'schen Zellen hin beibehalten. Die Capillargefässe bilden dort ein mässig dichtes Netzwerk mit ovalen Maschen, deren Längsaxen ebenfalls radiär gestellt erscheinen. Der oberste Saum der Kleinhirnrinde enthält keine Capillarmaschen *(Oegg)*. In der Körnerschichte treffen wir auf ein ziemlich engmaschiges Capillarnetz. Beim Uebergang in die Marksubstanz werden die Gefässmaschen rasch viel weiter und zeigen eine Längenausdehnung, welche dem Laufe der Nervenfasern entspricht. In dem Gebiete der *Purkinje*'schen Zellen fallen grössere Gefässe (Arterien und Venen) auf, welche nahezu parallel zur Oberfläche verlaufen, und jedenfalls zur Ernährung der grossen Nervenzellen bestimmt sind.

Im Kleinhirn des Neugeborenen finden sich relativ wenige, aber weite Gefässe, welche bereits die oben geschilderten Eigenthümlichkeiten des Verlaufes erkennen lassen.

5. Pathologisch-anatomische Veränderungen am Kleinhirn.

Insoweit als am Kleinhirn ähnliche pathologische Veränderungen angetroffen werden, wie an den übrigen Theilen des Gehirns, so soll hier vorzüglich nur auf solche Punkte hingewiesen werden, welche für dieses Organ charakteristisch sind. Es verdient aber hervorgehoben zu werden, dass viele krankhafte Processe hier nicht blos einen eigenthümlichen Localcharakter erhalten, sondern vielfach in einer solchen Weise specifische Besonderheiten darbieten, dass man gezwungen wird, für das normale Kleinhirn histologische Verhältnisse anzunehmen, welche von denen des übrigen Gehirns in sehr wesentlichen Punkten abweichen. Gerade am Kleinhirn kann man erkennen, wie die pathologischen Alterationen der Gewebe häufig Fingerzeige für gewisse normale Verhältnisse abzugeben vermögen.

Atrophie des Kleinhirns ist wiederholt beschrieben worden; dabei ist aber ein Unterschied zu machen zwischen einem auffallend kleinen, jedoch sonst histologisch normalen Kleinhirn und jenen Fällen, in welchen mit der Verkleinerung des Organes eine Sklerosirung seines Gewebes einhergeht. In die erste Reihe gehören sicherlich nur angeborene Atrophien, die letzteren Fälle dürften wohl zum grösseren Theile erworben sein.

Ist nur eine einzige Hemisphäre des Kleinhirns atrophisch, so sind meist der betreffende Bindearm und der entgegengesetzte rothe Kern, sowie häufig die gesammte contralaterale Grosshirnhemisphäre verkleinert; fast regelmässig findet man Atrophie der contralateralen unteren Olive. *Flechsig* und *Hösel* fanden andererseits atrophische Verkleinerung des rechten Nucleus dentatus, den rechten Bindearm um ein Dritttheil dünner, und den linken rothen Kern bedeutend kleiner bei einem Rindendefect, der linkerseits in den Centralwindungen (vorzüglich in der hinteren) seit langer Zeit bestanden hatte.

In gewissen Geisteskrankheiten, namentlich in der Dementia paralytica und senilis soll auch eine beträchtliche Verminderung der Markfasern in der Kleinhirnrinde zu constatiren sein *(A. Meyer)*.

Senile Atrophie macht sich am Kleinhirn relativ wenig bemerkbar; selbst die in höherem Alter an vielen Stellen des Centralnervensystems massenhaft auftretenden Amyloidkörperchen sind hier sparsamer vorhanden. Man findet sie vorzüglich an der Oberfläche, in geringerer Menge durch die ganze Breite der Molecularschichte; mehr vereinzelt können sie sich aber bis in die Markfaserung hinein fortsetzen.

Sklerose des Kleinhirns, die meist einen der hinteren Lappen dieses Organes betrifft, führt zum völligen Zugrundegehen aller nervösen Organe, und wir finden dann das eigenthümliche, pag. 409 beschriebene

Verhalten der Körner. Die einander zugewendeten Flächen benachbarter Windungen verwachsen dabei stellenweise durch ein dichtes Bindegewebe innig miteinander, an anderen Stellen bleiben dann zwischen den Windungen cystenartige Lücken zurück.

Embolie einer Kleinhirnarterie ist ein sehr seltener Befund; da alle drei Arterien unter rechtem Winkel von der viel mächtigeren Hauptarterie abzweigen, so ist es begreiflich, dass der Embolus meist in der Arteria basilaris fortgeschwemmt wird, und erst in der Arteria cerebri posterior stecken bleibt.

Auch grössere Apoplexien in die Kleinhirnsubstanz sind seltener als an vielen anderen Stellen des Gehirns. Der Grund dafür ist in dem Umstande zu suchen, dass hier fast nur kleinste Arterien vorkommen; die einzige etwas grössere Arterie, die Arteria corporis dentati, ist denn auch der gewöhnliche Ausgangspunkt für die umfangreicheren Blutungen im Kleinhirn.

Capilläre Hämorrhagien trifft man, namentlich in der Rinde des Kleinhirns, mitunter. In solchen Fällen kann man beobachten, wie der kleine Bluterguss sich in der Schichte der *Purkinje*'schen Zellen, dort wo er den geringsten Widerstand findet, parallel zur Oberfläche auszubreiten bestrebt ist.

Verkalkungen der Gefässe, namentlich des Capillarnetzes, sind im Kleinhirn nicht sehr selten. Es ist auffallend, dass diese Kalkablagerungen dann immer am ausgesprochensten sich in der Körnerschichte finden und fast gar nicht in die Molecularschichte übergreifen (vgl. pag. 188 und 194). Auch grössere, im Kleinhirn anzutreffende Verkalkungen mögen ihren Ausgang häufig von den Gefässen nehmen.

Unter den Tumoren, welche im Kleinhirn gefunden werden, nehmen die Tuberkel den ersten Rang ein; sie kommen im Verhältnisse zur Grösse dieses Organes hier häufiger vor, als in irgend einem anderen Hirntheile. Häufig sind deren mehrere gleichzeitig vorhanden; fast immer gehen sie von der Pia mater aus und sind meist von der umgebenden Hirnsubstanz scharf getrennt. Sie können so gross werden, dass eine ganze Hemisphäre und selbst mehr in eine tuberculöse Masse verwandelt ist. Aber auch Gliome und Carcinome gehören zu den häufigeren Vorkommnissen. Neben verschiedenartigen anderen Neubildungen (Fibromen, Sarkomen u. s. w.) seien gerade wegen der Seltenheit ihres Auftretens erwähnt: Dermoidcysten (*Clairat, Irvine, Heimpel*), Osteome (*Ebstein*), Echinococcenblasen, die vom vierten Ventrikel her eindringen.

Entzündliche Vorgänge im Kleinhirn und in seinen Häuten sind häufig. Purulente Meningitis am Kleinhirn kann zwar trau-

matischen Ursprungs sein, ist aber meist eine secundäre, von anderen Stellen der Hirnoberfläche oder vom Knochen (Felsenbein) her fortgepflanzte Erkrankung.

Die entzündlichen Processe in der Substanz des Kleinhirns führen zu Erweichungsherden, Cysten und Abscessen, die in diesem Organe verhältnissmässig häufig sind. Man findet mitunter eine ganze Hemisphäre zu einer Cyste oder Abscesshöhle umgewandelt. Aber auch aus Divertikeln des vierten Ventrikels können sich Cysten in der Kleinhirnsubstanz entwickeln, die mitunter noch durch einen Gang mit der Ventrikelhöhle communiciren.

In Folge von circumscripter chronischer Encephalitis kann es geschehen, dass die nervösen Bestandtheile der Kleinhirnrinde und des anliegenden Markes nahezu vollständig zugrunde gehen und das bindegewebige Stützgerüst fast allein, wie rein herauspräparirt, zurückbleibt. Solche Präparate (Fig. 160) sind daher auch geeignet, das Verhalten des Bindegewebes in der Kleinhirnrinde am klarsten zur Darstellung zu bringen (vgl. pag. 415). Immerhin findet man aber bei genauer Prüfung, selbst wenn alle Nervenzellen verschwunden sind (die Stellen der verloren gegangenen *Purkinje*'schen Zellen sind an den Lücken erkennbar), in der Körnerschichte und im centralen Marke einzelne erhaltene Nervenfasern *(Hess)*.

Ist ein Theil der Kleinhirnrinde zugrunde gegangen, so kann man von der erkrankten Stelle aus secundäre Degeneration weit ins Mark hinein verfolgen *(Borgherini)*; namentlich, wenn es sich um einen ganz kleinen Degenerationsherd in der Rinde handelt, kann man das atrophische Bündel eine lange Strecke hindurch unvermischt, isolirt in den Markkern ziehen sehen. In diesem degenerirten Bündel findet man aber auch eine Anzahl von wohl erhaltenen Fasern aus dem Bereiche der erkrankten Rindenpartie herkommen. Es geht daraus hervor, dass ein Theil der betreffenden, von der Kleinhirnrinde hereinziehenden Fasern sein trophisches Centrum daselbst, ein anderer kleinerer Theil aber irgendwo anders haben müsse.

Es muss betont werden, dass die *Purkinje*'schen Zellen des Kleinhirns im Ganzen weniger zu Degenerationsprocessen geneigt scheinen, als beispielsweise die Rindenzellen des Grosshirns. Fett- und Pigmentdegeneration ist daselbst äusserst selten; varicöse Hypertrophie des centralen Fortsatzes hat *Hadlich* gesehen. Verkalkung der *Purkinje*schen Zellen und ihre peripheren Fortsätze beschreibt *Roth*.

Ueber die pathologischen Veränderungen an den **Kleinhirnschenkeln** und der **Brücke** ist wenig zu sagen.

Bei Atrophie einer Kleinhirnhemisphäre ist eine entsprechende Degeneration besonders deutlich am Brückenarme und an der gleich-

seitigen Brückenhälfte ausgesprochen. Nach Exstirpation einer Kleinhirnhemisphäre finden sich auch Veränderungen im Bindearme, und es lassen sich dann die ungekreuzten Fasern daselbst nachweisen (*Marchi*). Atrophie von Brückenkernen findet sich auch im Anschlusse an gewisse secundäre Degenerationen z. B. des lateralen Hirnschenkelbündels.

Im Bereiche der Brücke sind kleine Aneurysmen an den intracerebralen Arterien häufig, daher auch Apoplexien des Pons nicht gar selten zu Stande kommen. Erweichungsherde und verschiedenartige Tumoren (in erster Reihe Tuberkel) sind wiederholt in dieser Gegend gesehen worden. Aneurysmem der Arteria basilaris werden durch Druck auf die Brücke schädigend einwirken müssen.

In der disseminirten Sklerose bildet die Brücke einen Lieblingssitz für sklerotische Herde.

Die Brückenarme verhalten sich in pathologisch-anatomischer Beziehung wie die Brücke selbst. Selbständige, isolirte Erkrankungen der anderen Kleinhirnarme sind selten.

Stilling B., Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirns des Menschen. I. Cassel 1864, II. Cassel 1867, III. Cassel 1878. *Auerbach*, Beitrag zur Kenntniss der ascendirenden Degeneration des Rückenmarkes. Virchow's Archiv 124. *Lahousse*, Rech. sur l'ontogenèse du cervelet. Gand 1888. *Loewenthal*, Parcours central du faisceau cérébelleux direct. Bull. soc. Vaud. 1885. *Bechterew*, Zur Frage über die Function des Kleinhirns. Neurol. Centralblatt 1890. *Obersteiner*, Beitr. z. Kenntniss vom feineren Bau der Kleinhirnrinde. Wien. Sitzungsber. 1869. *Obersteiner*, Der feinere Bau der Kleinhirnrinde bei Menschen und Thieren. Biolog. Centralblatt, III. Bd. *Obersteiner*, Eine partielle Kleinhirnatrophie. Allg. Zeitschr. f. Psych. 27. Bd. *Ramón y Cajal*, Sobre. las fibras nerviosas de la capa granulosa del cerebelo. Rev. trim. de Histol. 1889. *Ramón y Cajal*, Sur l'origine et la direction des prolongations nerveuses de la couche moléculaire du cervelet. Intern. Monatschr. f. Anat. und Physiol. VI. 1889. *Ramón y Cajal*, Sobre ciertos elementos bipolares de cerebelo joven. Gaceta Sanitaria Barcelona 1890. *Kölliker*, Histolog. Mittheilungen. Sitzungsber. d. Würzburger phys.-med. Gesellsch. 1889. *Kölliker*, Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 49. Bd. 1890. *Vignal*, Recherches s. l. developpement des éléments des couches corticales du cerveau et du cervelet. Arch. de Physiol. 1888. *Denissenko*, Zur Frage über den Bau der Kleinhirnrinde bei verschiedenen Classen von Wirbelthieren. Arch. f. mikr. Anat. 14. Bd. 1877. *Koschewnikoff*, Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im kleinen Hirn des Kalbes. Arch. f. mikr. Anat. V. Bd. 1869. *Beevor*, Die Kleinhirnrinde. Arch. f. An. und Physiol. 1883. *Bechterew*, Ueber die Bestandtheile des Kleinhirnschenkels. Arch. f. Anat. und Phys. Anat. Abth. 1888. *Flechsig* und *Hösel*, Die Centralwindungen, ein Centralorgan der Hinterstränge. Neurol. Centralblatt 1890. *Hadlich*, Untersuchungen über die Kleinhirnrinde des Menschen. Archiv f. mikrosk. Anatomie 1870. *Edinger L.*, Ueber die Bedeutung des Kleinhirns in der Thierreihe. Ber. d. Senkenberg'schen Gesellschaft 1889. *Brosset J.*, Contr. à l'étude des connexions du cervelet. Thèse de Lyon 1890. *Borgherini*, Degenerazione fascicolata discendente. Riv. sperim. di fren. 1886. *Borgherini*, 13. Congress d. ital. med. Associat. 1889. *Pfleger*, Beobachtungen über Heterotopie grauer Substanz im Marke des Kleinhirns. Centralblatt. f. d. m. Wissensch. 1880. *Oegg*, Unters. über die Anordnung und Vertheilung

der Gefässe der Windungen des kleinen Gehirns. Dissertation. Erlangen 1857. *A. Meyer*, Ueber Faserschwund in der Kleinhirnrinde. Arch. f. Psych. XXI. Bd. *Irvine*, Lancet 1877. *Ebstein*, Grosses Osteom. d. l. Kleinhirnhemisph. Virchow's Arch. 1849. *Cramer*, Ueber Kleinhirnatrophie. Allg. Zeitschr. f. Psych. 48. *Kirchhoff*, Ueber Atrophie und Sklerose d. Kleinhirns. Allg. Zeitschr. f. Psych. 12. Bd. *Hess J.*, Zur Degeneration d. Hirnrinde. Wien. med. Jahrb. 1886. *Bergmann*, Untersuchungen an einem atrophischen Cerebellum. Zeitschr. f. ration. Med. III R. II. Bd. *Bellonci*, Centributo all' istologia del cervelletto. Atti dei Lincei Ser. III. Vol. IX. *Hadlich*, Ueber varicöse Hypertrophie. Virchow's Archiv. 46. Bd. *Roth*, Verkalkung der Purkinje'schen Zellen. Virchow's Arch. 53. Bd. *Wenzel*, Beitrag zur Kenntniss der hereditären Ataxie und Kleinhirnatrophie. Arch. f. Psych. 22. Bd. *Mingazzini*, Intorno al decorso delle fibre appartenenti al peduncul. medius cerebelli. Arch. p. l. sc. med. 1890. *Marchi*, Sulle degenerazioni consecutive all estirpazione del cervelletto. Riv. sperim. di fren. 1886. *Herrick*, Illustrations of the Architecture of the cerebellum. The Journ. of comp. Neurology I. 1891.

D. Das Grosshirn.

Wir werden auch im Grosshirn zunächst jene centralen grauen Massen, die sich daselbst befinden, besprechen, ihren inneren Bau und die Verbindungen, die sie mit anderen Hirntheilen eingehen, untersuchen, hierauf in der Marksubstanz der Grosshirnhemisphären so viel als möglich die einzelnen Bahnen zu entwirren trachten und erst dann die feineren Structurverhältnisse der Grosshirnrinde einer eingehenderen Würdigung unterziehen.

1. Die Ganglien des Grosshirns.

1. Der Thalamus opticus, Sehhügel.

An beiden freien Flächen des Thalamus opticus, der medialen und der oberen, können wir ein oberflächliches Stratum unterscheiden — abgesehen vom Ventrikelependym — welches die eigentliche graue Thalamusmasse bedeckt. Es wird diese Schichte an der medialen Fläche von grauer Substanz (centrales Höhlengrau) gebildet, an der oberen Fläche von Zügen weisser Markfasern: Stratum zonale.

Das centrale Höhlengrau des Thalamus ist eine directe Fortsetzung derjenigen grauen Masse, welche den Aquaeductus Sylvii umgibt, und endet vorne im Infundibulum. Basalwärts bildet es den Boden des dritten Ventrikels, die graue Bodencommissur, in welche sich das Chiasma nervorum opticorum einbettet (Fig. 10).

Das centrale Höhlengrau ist nicht überall deutlich von der eigentlichen Thalamussubstanz geschieden; es besteht aus einer Grundsubstanz, die im Wesentlichen dieselbe ist wie an anderen Stellen der grauen Substanz, und enthält sowohl Nervenfasern als Nervenzellen, deren weitere Beziehungen noch nicht näher bekannt sind.

Die **mittlere Commissur** (Commissura mollis) wird vom centralen Höhlengrau gebildet (Fig. 10, 14 und 134) und enthält nur ziemlich wenige, nicht zu Bündeln vereinigte Nervenfasern, welche theils weiter lateralwärts in den Thalamus eindringen, theils aber derart umbiegen, dass sie in den verschiedenen Richtungen parallel der Ventrikelwand im centralen Höhlengrau weiter verlaufen; auch in den unteren (inneren) Thalamusstiel sollen einzelne Fasern gelangen *(Fritsch* und *Holländer). Villier* leugnet, dass überhaupt Nervenfasern in der mittleren Commissur die Mittellinie überschreiten. Von Nervenzellen finden sich hier nur vereinzelte, aus den Sehhügeln herein versprengte, aber ziemlich viele Bindegewebszellen.

Bei den Säugethieren ist die mittlere Commissur zwar bedeutend mächtiger, so dass die medialen Flächen beider Thalami zum grossen Theile miteinander verwachsen sind, aber auch dann noch ist die Anzahl der markhaltigen Fasern, welche in der Commissur von einer Hemisphäre zur anderen ziehen, eine sehr geringe. Eine besondere physiologische Bedeutung kann daher der Commissura mollis nicht beigemessen werden.

Im hintersten Theile der Taenia medullaris thalami liegt das Ganglion habenulae (Fig. 7, 10 und 14; Fig. 161, *GH*), eine beim Menschen nicht scharf abgegrenzte Anhäufung kleiner Nervenzellen, welche aber bei den meisten Säugethieren zu einem recht ansehnlichen Gebilde anwächst. In dieses Ganglion treten Fasern aus dem Pedunculus conarii und aus der Taenia medullaris thalami ein. Andere Faserantheile dieser beiden genannten Nervenbündel durchsetzen aber wahrscheinlich das Ganglion blos oder streichen darüber hinweg.

Besondere Erwähnung verdient ein grösserer, am Frontalschnitte häufig schon makroskopisch erkennbarer Faserstrang, welcher vom Ganglion habenulae ausgeht, lateralwärts leicht convex gekrümmt zwischen centralem Höhlengrau und eigentlichem Thalamuskörper gegen die Basis zieht (Fig. 161, *1*) und sich zunächst an die mediale Seite des rothen Kernes verfolgen lässt (Fasciculus retroflexus, *Meynert*'sches Bündel). Die meisten Fasern dieses Bündels gelangen, kurz nachdem sie sich mit denen der anderen Seite gekreuzt haben *(Edinger)*, zu einer bei vielen Thieren (Nagern, Fledermaus) deutlich erkennbaren Nervenzellengruppe in dem hinteren Theile der Substantia perforata posterior — dem Ganglion interpedunculare. Beim Menschen liegen die diesem Ganglion entsprechenden Zellen mehr diffus vertheilt, knapp vor dem Beginn der Brücke im basalsten Theile der Haubenregion neben der Mittellinie. Ein nicht unbedeutender Antheil dieses Bündels kann aber auch weiter spinalwärts ins Haubengebiet verfolgt werden.

Ein Theil der Pedunculi conarii schliesst sich dem *Meynert*'schen Bündel an dessen lateralen Seite (das er also dabei überschreiten muss) an und zieht mit ihm basalwärts (Fig. 161, *2*).

Man kann im Fasciculus retroflexus zwei Arten von Markfasern

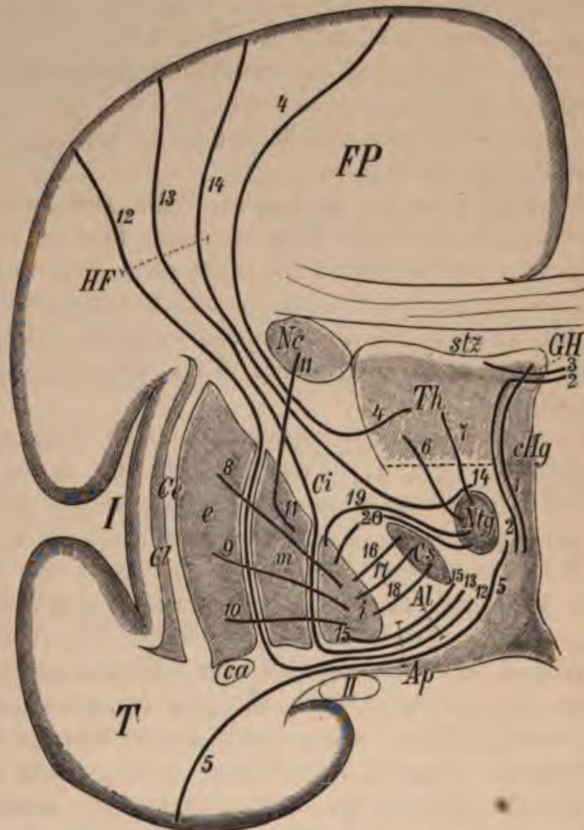


Fig. 161. Schematischer Frontalschnitt durch das Grosshirn, *Al* Ansa lenticularis, *Ap* Ansa peduncularis, *ca* Vordere Commissur, *Ce* Capsula externa, *Hg* centrales Höhlengrau, *Ci* Capsula interna, *Cl* Claustrum, *Cs* Corpus subthalamicum, *FP* Fronto-Parietallappen, *GH* Ganglion habenulae, *HF* Haubenfaserung, *I* Insel, *i. m. e.* die drei Glieder des Linsenkernes, *Nc* Nucleus caudatus, *Ntg* Nucleus tegmenti, *T* Temporallappen, *Th* Thalamus opticus, *II* Tractus opticus, *stz* Stratum zonale.

unterscheiden, die sich bei Karminfärbung deutlich voneinander unterscheiden lassen; die einen machen sich durch ihre auffallend weisse Farbe bemerkbar, während die anderen wahrscheinlich aus dem Ganglion habenulae stammenden *(Honegger)* einen eigenthümlich rothen Ton annehmen.

Die Zirbelstiele haben beim Menschen nur geringe Beziehung zu der Glandula pinealis, die hier ein rundimentäres Organ ist. Sie stellen zum Theile einen gekreuzten Antheil des *Meynert*'schen Bündels dar; woher alle ihre Fasern stammen, ist nicht mit Sicherheit zu sagen; doch darf angenommen werden, dass sie auch viele davon dem Stratum zonale des contralateralen Thalamus und dem Ganglion habenulae entnehmen (Fig. 161, *3*).

Ausserdem hat *Darkschewitsch* im Zierbelstiele Fasern nachgewiesen, welche eine gekreuzte Verbindung zwischen dem Tractus opticus und dem Oculomotoriuskerne darstellen (vgl. pag. 358).

Das **Stratum zonale** (Gürtelschichte) bildet einen nicht ganz 1 Millimeter dicken weissen Ueberzug der oberen Thalamusfläche; es besteht aus Markfasern, die zum grössten Theil sagittal über den Thalamus verlaufen. — An der Bildung dieses Stratums betheiligen sich:

1. Fasern aus der lateralen Wurzel des Tractus opticus, die oberflächlich über das Corpus geniculatum hinwegziehen und sich über dem Thalamus ausbreiten.

2. Fasern, die aus dem Hinterhauptslappen (vielleicht auch aus dem Schläfenlappen) im sagittalen Marklager nach vorne ziehen und die Oberfläche des Pulvinar erreichen.

2. Fasern aus dem später zu besprechenden unteren Thalamusstiele.

4. Die eben erwähnten Fasern zur Taenia thalami, respective zum Pedunculus conarii.

Die laterale Begrenzung der grauen Masse des Thalamus ist nicht überall eine sehr scharfe; es strahlen nämlich hier zahlreiche Faserbündel in den Sehhügel ein, so dass graue und weisse Substanz gemischt erscheinen (Stratum reticulatum, Gitterschichte, Markgitter). Doch macht sich namentlich bei Thieren der laterale Rand der Gitterschichte durch seinen besonderen Reichthum an Markfasern (Lamina medullaris externa) bemerkbar.

Soweit diese in den Thalamus einstrahlenden Bündel aus der Grosshirnrinde stammen, betheiligen sie sich an der Bildung des **Stabkranzes des Thalamus**, dessen Hauptbestandtheile folgende sind:

1. Fasern aus dem Stirnhirn, die durch den vorderen Theil der inneren Kapsel, zwischen Linsenkern und Schweifkern, direct sagittal gegen den Thalamus hinziehen; vorderer Stiel des Thalamus (Fig. 161, *4*). Ein namentlich beim Menschen sehr unbedeutendes Bündel stammt aus der Rinde des Riechlappens (vgl. pag. 348); es trennt sich von dem für die vordere Commissur bestimmten Faserzuge ab, um die sagittale Richtung weiter nach rückwärts festzuhalten

und tritt in den vorderen, basalen Theil des Sehhügels ein. Der operculare Theil des Stirnhirns dürfte nach pathologisch-anatomischen Erfahrungen in enger Beziehung zum lateralen Thalamuskerne stehen (*Monakow*).

2. Fasern aus dem Scheitellappen, die, den hinteren Theil der inneren Kapsel in dünnen Bündeln durchbrechend, sich in die laterale Fläche des Thalamus einsenken.

3. Mächtige Bündel aus dem Hinterhauptslappen (und theilweise Schläfenlappen), die im sagittalen Marklager nach vorne zum Thalamus ziehen (Sehstrahlungen von *Gratiolet*, hinterer Stiel des Thalamus; ein kleiner Theil davon geht in das Stratum zonale ein.

4. Der alsbald zu erwähnende untere Stiel des Thalamus aus dem Schläfenlappen.

Die drei Kerne des Thalamus, von denen der vordere (obere) der kleinste ist, während der laterale die beiden anderen an Grösse übertrifft, fanden schon früher Erwähnung (vgl. pag. 82), ebenso das Verhalten der Columna fornicis unter dem centralen Höhlengrau im vorderen Theile des Thalamus, sowie das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel (pag. 89); dadurch, dass letzteres sich beim Aufwärtssteigen etwas lateralwärts wendet, entfernt es sich von der Columna fornicis, und zwischen beiden kann ein Theil eines in die sagittale Richtung umbeugenden Faserzuges, des unteren Thalamusstieles (Fig. 161, *5* und Fig. 134 und 136), durchziehen.

Der untere Thalamusstiel führt Fasern aus dem Schläfenlappen und vielleicht auch aus dem Globus pallidus unter dem Linsenkerne vorbei zur Basis des Thalamus; ein Theil dieser Fasern erreicht die Oberfläche des Sehhügels und hilft das Stratum zonale bilden (von *Wernicke* als innerer Stiel des Thalamus bezeichnet), ein anderer Theil zieht, wie eben gezeigt wurde, im Thalamus in sagittaler Richtung lateral vom Fornix nach vorne und steht jedenfalls in inniger Beziehung zum vorderen Thalamuskerne. Die Bezeichnung „unterer", namentlich aber „innerer Thalamusstiel" ist bei den verschiedenen Autoren eine sehr wechselnde, verwirrende.

Wenn man den Tractus opticus an der Hirnbasis wegpräparirt, so sieht man den Hinschenkel in der Masse der Hemisphäre verschwinden. Jene an der Hirnbasis gelegenen Gebilde, welche den Pedunculus cerebri an seiner Eintrittsstelle umgeben, gewissermassen umschlingen, bezeichnet man als Hirnschenkelschlinge (Fig. 161, *Ap*, Ansa peduncularis, Substantia innominata); einen wichtigen Bestandtheil dieser Hirnschenkelschlinge bildet der eben beschriebene untere Stiel des Thalamus.

Wir können sehen, dass alle Bündel, welche die Hirnschenkelschlinge constituiren, in einigen Punkten ihres Verlaufes

übereinstimmen; allen ist gemeinsam, dass sie aus der Gegend ventral vom Linsenkerne medianwärts ziehen, dabei, wie Frontalschnitte lehren (Fig. 134, 161), im Bogen den ventralen Theil der Capsula interna (als der directen Fortsetzung des nun bedeckten Hirnschenkelfusses) umsäumen und sich unter dem Thalamus nach verschiedenen Richtungen hin wenden.

Dass Fasern aus der lateralen Opticuswurzel unter dem Corpus geniculatum laterale in das Pulvinar pinselförmig ausstrahlen, fand bereits Erwähnung. Verbindungen des Thalamus mit dem vorderen Vierhügel, sowie mit dem Corpus geniculatum laterale bestehen sicher, mit dem Linsenkerne und dem Schweifkerne sind sie wahrscheinlich, ebenso steht ein Theil der hinteren Commissur in Beziehung zum Sehhügel. Endlich sind mannigfache, aber noch nicht vollkommen aufgehellte Verbindungen des Thalamus mit der Haubenregion und dem Rückenmark vorhanden. Namentlich scheinen es die Fasern der Laminae medullares zu sein, welche diese Verbindungen herstellen; von diesen sind die beiden uns bereits bekannten zum rothen Kerne (Fig. 161, *6*, *7*, vgl. pag. 404) und zur Schleife (vgl. pag. 332) jedenfalls die wichtigsten und bisher am besten bekannten. Von Manchen (*Meynert*, *Wernicke*) wird die hintere Commissur als gekreuzter Haubenursprung aus dem Thalamus angesehen.

Der Thalamus steht also mit nahezu allen Theilen der Hirnrinde (Stirnhirn, Scheitelhirn und Hinterhauptshirn durch die innere Kapsel, mit dem Schläfenhirn durch die Ansa peduncularis), mit dem Rückenmark und dem Haubengebiet der Medulla oblongata (mediale Schleife und hintere Commissur) und endlich mit dem Kleinhirn (rother Kern und Bindearm) in Verbindung. Ausserdem sind aber gewiss zahlreiche anderweitige Beziehungen vorhanden.

Ueber den **feineren Bau** der grauen Substanz des Thalamus lässt sich sagen, dass namentlich der äussere Kern sehr reich an Markfasern ist, daher seine lichtere Farbe. Die Nervenzellen des Sehhügels sind meist ziemlich gross, stark pigmentirt; kleinere, spindelförmige Zellen finden sich hauptsächlich im äusseren Kerne.

Die **physiologische Bedeutung** des Thalamus kann aus seinen anatomischen Beziehungen nicht erschlossen werden; wahrscheinlich handelt es sich um ziemlich complicirte, verschiedenartige Functionen, die aber wohl alle als „reflectorisch" im weiteren Sinne des Wortes gedeutet werden dürfen. So erscheint es berechtigt, anzunehmen, dass der Thalamus unter Anderem auch als Reflexcentrum anzusehen ist für die affectiven Ausdrucksbewegungen (vgl. pag. 281), die theils durch den Nervus facialis, theils auch durch die anderen motorischen Hirn- und Rückenmarksnerven vermittelt werden. Das Materiale, die An-

regung für diese „psychischen Reflexe", würde dem Thalamus durch seinen Stabkranz zugeführt werden.

2. Der Linsenkern und der Schweifkern.

Wir haben bereits erfahren, dass der Schweifkern und das laterale Glied des Linsenkernes, welche beide auch mannigfach miteinander zusammenhängen, als modificirte Hirnrindentheile angesehen werden dürfen.

Am Boden der Vorderhirnblase bildet sich eine Verdickung, welche die Anlage der genannten grauen Massen bildet, und noch am ausgebildeten Gehirn hängt das Putamen mit der grauen Bedeckung der Substantia perforata anterior zusammen, welche ja unbedingt als der Hirnrinde homolog zu betrachten ist.

Es hat aber *Wernicke,* abgesehen von diesem genetischen Zusammenhange mit der Rinde, ausführlich dargelegt, dass in ähnlicher Weise, wie die Stabkranzbündel von der Grosshirnrinde, so auch vom Nucleus caudatus und vom Putamen dem Stabkranze homologe Fasern ausgehen, welche zum grössten Theil in das erste und zweite Glied des Linsenkernes, den Globus pallidus, eintreten, respective dieselben als Durchgangsstation benützen (Fig. 161, *8, 9, 10, 11*).

Die aus dem Putamen austretenden Fasern sammeln sich nämlich gegen dessen medialen Rand hin zu deutlicheren gröberen Bündeln, welche, die Lamina medullaris nuclei lentif. lateralis durchsetzend, den Globus pallidus erreichen. Aus dem Schweifkerne gelangen die entsprechenden Bündel, indem sie die vordere Abtheilung der inneren Kapsel überschreiten, sowohl zur lateralen Marklamelle, als auch zum mittleren (zweiten) Gliede des Linsenkernes und nehmen hier, den Fasern aus dem Putamen sich anschliessend, einen medianwärts gerichteten Verlauf an *(11)*; daher erscheint der Globus pallidus mehr oder minder in frontaler Richtung radiär gestreift.

Die beiden Laminae medullares (gewöhnlich wird das innerste Glied des Linsenkernes durch eine dritte Marklamelle in zwei Abtheilungen gespalten) entstehen, soweit es erlaubt ist, sich darüber entschieden auszusprechen, meist aus Fasern, die ebenfalls vom Nucleus caudatus oder vom Putamen herkommen, aber, statt sich (wie *11*) an der radiären Faserung des Globus pallidus zu betheiligen, hier basalwärts ziehen; an der Bildung der Laminae medullares betheiligen sich ferner (nach *Edinger*) auch Bündel, welche von der Rinde des oberen Parietallappens herstammen, und bereits in früheren Entwickelungsstadien als die anderen Fasern des Grosshirns ihre Markumhüllung erhalten *(12, 13)*. *Edinger* bezeichnet diese Bündel als

Haubenfaserung, rechnet aber noch andere *(14)* hinzu, welche nicht in den Linsenkern eintreten, sondern unter dem Thalamus und dorsal vom rothen Kerne sich spinalwärts wenden und in die Schleife eingehen sollen (vgl. pag. 332).

In der inneren Marklamelle des Linsenkernes finden sich schliesslich noch Fasern, welche aus der grauen Substanz des mittleren Gliedes stammen und in dieselben umbiegen; diese sind der Einfachheit wegen auf Fig. 161 weggelassen.

Alle Fasern, welche in den Marklamellen basalwärts ziehen, wenden sich an der Basis des Linsenkernes medianwärts und streichen unter dem Globus pallidus, durch weitere Zuzüge aus demselben *(15)* verstärkt, vorbei. Sie bilden dadurch die Linsenkernschlinge *(Al,* Ansa lentiformis, besser A. nuclei lenticularis), welche einen weiteren Bestandtheil der bereits erwähnten Ansa peduncularis darstellt.

Medial und dorsal vom Linsenkerne liegt die innere Kapsel, welche ihn vom Nucleus caudatus und vom Thalamus, respective der unter letzterem befindlichen Regio subthalamica (Zwischenschichte, Stratum intermedium) trennt.

Die Linsenkernschlinge gelangt nun, indem sie den medialsten und basalsten Theil der inneren Kapsel durchsetzt, in die Regio subthalamica; hier erreicht sie ein der Mittellinie nahegelegenes Gebiet an der Basis unterhalb des rothen Kernes und lässt sich nicht weiter mit Sicherheit verfolgen. Da in der Nähe die hinteren Längsbündel rasch zu wachsen beginnen, so ist *Wernicke* der Anschauung, dass diese vermittelst der in der Raphe aufsteigenden Fasern mit der Linsenkernschlinge zusammenhängen. Nachdem aber die Fasern des hinteren Längsbündels vor denen der Linsenkernschlinge sich durch ihr bedeutend grösseres Caliber auszeichnen, so kann seiner Meinung nach eine solche Verbindung nur unter der Voraussetzung eingeschalteter Ganglienzellen angenommen werden.

Nach der Anschauung von *Bechterew* und *Flechsig* findet aber eine derartige Beziehung zwischen Linsenkernschlinge und hinterem Längsbündel überhaupt nicht statt. Erstere soll sich nach diesen Autoren, wenigstens theilweise, durch die centrale Haubenbahn (vgl. pag. 335) bis zur unteren Olive hinab fortsetzen; wir hätten also damit eine Verbindung des Linsenkernes mit der gleichseitigen unteren Olive und weiterhin mit der contralateralen Kleinhirnhemisphäre gegeben.

Bei dem Umstande ferner, als die hinteren Längsbündel bedeutend früher als die Linsenkernschlinge markhaltig werden, darf ein directer Zusammenhang beider auch aus diesem Grunde ausgeschlossen werden.

Edinger lässt einen grossen Theil der Linsenkernschlinge in das Corpus subthalamicum eintreten.

In die Regio subthalamica gelangen aber noch anderweitige Fasern aus dem Linsenkerne, die selbstverständlich alle die innere Kapsel durchsetzen müssen. Wir haben nämlich in dieser Gegend, dorsalwärts von der inneren Kapsel, das Corpus subthalamicum *(Cs, Luys*'scher Kern), und mehr spinalwärts, in der Mittelhirngegend, schon über dem Hirnschenkelfusse, die Substantia nigra Soemmeringi angetroffen. In beide Ganglienmassen gehen Fasern aus dem inneren, medialen Gliede des Linsenkernes ein (Fig. 161, *16, 17, 18*); es sind dies zarte Fasern, welche man am Frontalschnitte aus der dorsal-medialen Fläche dieses Theiles des Linsenkernes die innere Kapsel durchsetzen sieht. Die obersten, dorsalsten dieser Fasern *(19, 20)* treten aber nicht in das Corpus subthalamicum selbst ein, sondern bilden, nachdem sie die innere Kapsel durchpassirt haben, ein compactes Bündel, das die dorsale Kapsel des Corpus subthalamicum darstellt und nach *Wernicke* in den rothen Kern eintreten soll (Haubenbündel aus dem Linsenkerne).

Die ventrale Kapsel des Corpus subthalamicum wird nach *Kahler* ebenfalls aus Fasern zusammengesetzt, die aus dem Linsenkerne stammen und sich zum Theile dann der Linsenkernschlinge anschliessen.

Die Linsenkernschlinge und der untere Stiel des Sehhügels (vgl. pag. 428) bilden zusammen die Hirnschenkelschlinge; zwischen diese beiden Bestandtheile soll sich noch ein System von Fasern einschieben (hinteres Markblatt der Haube), von welchem *Meynert* angibt, dass es in das hintere Längsbündel übergehe.

Die äussere Kapsel sendet anscheinend keine oder höchst unbedeutende Faserzüge in den Linsenkern hinein; es ist daher am gehärteten Präparate leicht, die äussere Kapsel von der lateralen Fläche des Linsenkernes abzuschälen; dasselbe geschieht auch häufig durch Blutungen, welche in diese Gegend erfolgen.

Alle Züge, welche wir aus dem Linsenkerne austreten und sich spinalwärts wenden sahen, erreichten das Haubengebiet. Dass der Linsenkern auch mit dem Hirnschenkelfusse verbunden ist, kann als höchst wahrscheinlich, aber nicht als sicher erwiesen angenommen werden. Man kann dafür vielleicht Fasern in Anspruch nehmen, welche aus den Laminae medullares, sowie aus dem Ganglion selbst in die innere Kapsel eintreten und sich hier mit Fussfasern vermischen.

Die Verbindungen des Nucleus caudatus sind mit Ausnahme jener oben erwähnten Fasern (pag. 430), die den Linsenkern durchziehen, noch durchwegs wenig sichergestellt; doch darf mit einiger Berechtigung angenommen werden, dass Bündel aus dem Schweifkerne direct durch die innere Kapsel in den medialen Theil des Hirnschenkelfusses und auf diesem Wege weiterhin in die Brückengegend gelangen (als Theil der frontalen Brückenbahn, pag. 322).

Edinger hat das Vorhandensein von solchen Fasergruppen, die, im Nucleus caudatus entspringend, durch die innere Kapsel nach hinten ziehen, für alle Säugethierclassen nachgewiesen, er fasst sie als basales Vorderhirnbündel zusammen; zum Theil strahlt es in den Thalamus opticus ein, zum Theil (seine feineren Fasern) lässt es sich in die Medulla oblongata hinab verfolgen. — Eine Beziehung zwischen Corpus striatum und Substantia nigra Soemmeringi hat *Bechterew* angegeben.

Von *Meynert* werden sehr ausgedehnte Verbindungen des Linsenkernes und des Corpus striatum mit der Hirnrinde beschrieben. Für den Linsenkern nimmt er an, dass diese namentlich aus der Stirn- und Scheitelrinde stammenden Bündel auf dem Wege der inneren Kapsel in jene graue Masse gelangen. — Wenigstens für das äussere Glied des Linsenkernes (wie auch für den Schweifkern) wurden aber später durch *Wernicke* und Andere derartige Beziehungen zur Grosshirnrinde entschiedenst zurückgewiesen; es sollte sich höchstens um durchtretende Bündel, also nicht um Fasergruppen, die im Linsenkerne endigen, handeln.

Allein an Thieren lässt sich deutlich nachweisen, dass keineswegs alle in Frage kommenden Bündel den Linsenkern blos durchpassiren (*Kowalewski*); *Bianchi* und *Algeri* konnten nach ausgedehnten Zerstörungen in der motorischer Rindenregion des Hundes auch Degeneration in Bündeln finden, die in den Nucleus caudatus und den Linsenkern einstrahlen. — Wir dürfen übrigens von vornherein erwarten, dass die grossen grauen Massen des Putamen und Corpus caudatum in ähnlicher Weise wie alle Rindenpartien mit anderen Stellen der Grosshirnrinde durch Associationsfasern verbunden sein werden.

Bezüglich der **feineren Structur** der eben besprochenen Ganglienmassen, woran wir das Corpus subthalamicum und die Substantia nigra Soemmeringi anfügen wollen, sind eingehendere Untersuchungen noch wünschenswerth:

1. Der **Nucleus caudatus**. In dem Theile seines Kopfes, welcher der inneren Kapsel aufsitzt, lassen sich die einstrahlenden Faserbündel (mit auf- und vorwärts gerichtetem Verlauf) eine Strecke weit gegen die Oberfläche des Ganglions hin verfolgen. Die Nervenzellen gehören grösstentheils zu den kleinen; sie sind von rundlicher oder spindelförmiger Gestalt. *Marchi* meint, dass sie dem Typus sensibler Nervenzellen angehören.

2. Der **Nucleus lentiformis**. Das laterale Glied gleicht nicht nur äusserlich in seiner Farbe dem Schweifkerne, sondern stimmt auch bezüglich der feineren Structur mit ihm überein. Die gegen die Lamina medullaris externa hin sich sammelnden Nervenfaserbündel

fanden bereits Erwähnung. Die lichtere Farbe des Globus pallidus rührt in erster Linie von einer anderen Beschaffenheit der Grundsubstanz her, ohne dass sich dieser Unterschied histologisch gut definiren liesse. Es finden sich in den beiden inneren Gliedern des Linsenkernes hauptsächlich gelb pigmentirte, mittelgrosse Nervenzellen; ausserdem ist diese Gegend besonders reich an markhaltigen Nervenfasern, welche beiden Umstände ebenfalls dazu beitragen, den erwähnten Farbenunterschied zu erzeugen.

3. Das **Corpus subthalamicum.** Zuerst von *Luys* erwähnt, wurde dieses Ganglion von *Forel* genauer beschrieben. Seine grösste Dicke beträgt 3 bis 4 Millimeter, seine Breite 10 bis 13 Millimeter und die sagittale Länge 7 bis 8 Millimeter. Seine Gesammtform entspricht einer dem Hirnschenkelfusse aufsitzenden Linse, Fig. 133.

Histologisch charakterisirt sich dieser Körper durch ein dichtes Netz feinster markhaltiger Nervenfasern, wobei gröbere Fasern fast völlig fehlen; eingestreut finden sich mittelgrosse, multipolare, hellbraun pigmentirte Nervenzellen. Es gibt nur wenige Gebiete des Centralnervensystems, welche sich durch ein so dichtes Capillarnetz auszeichnen, wie das Corpus subthalamicum; diese letztere Eigenschaft besitzt es auch bei den meisten Thieren, z. B. beim Hunde.

4. Die **Substantia nigra Soemmeringi.** Sie wird hauptsächlich durch das Auftreten von mittelgrossen, meist spindelförmigen Zellen gekennzeichnet, welche beim Menschen zum grösseren Theil ein Häufchen dunkelbraunes Pigment führen. Dasselbe füllt in der Regel ein Drittheil bis die Hälfte des Zellkörpers aus und erscheint erst im Laufe des extrauterinen Wachsthums. Die Zellen des Locus coeruleus unterscheiden sich von ihnen durch ihre rundliche blasige Gestalt und den beträchtlicheren Durchmesser. Bei Thieren fehlt das Pigment in den Zellen der Substantia Soemmeringi durchwegs.

An vielen Pigmentzellen der Substantia nigra lässt sich eine Pyramidenform erkennen; die Spitzenfortsätze dieser Pyramiden sollen nach oben, die basalen Axencylinderfortsätze abwärts gegen den Hirnschenkelfuss gerichtet sein und sich den Pedunculusfasern anschliessen, so dass *Mingazzini* hier ein Analogon der Hirnrinde suchen zu dürfen glaubt.

Die functionelle Bedeutung dieser eben besprochenen Hirntheile ist noch sehr wenig klar gestellt. Eine gewisse, aber noch nicht genau präcisirbare Beziehung von Streifenhügel und Linsenkern zu den motorischen Apparaten besteht jedenfalls. Bemerkenswerth erscheint auch eine nur sehr langsam wieder schwindende Temperaturerhöhung, welche nach Verletzung eines Streifenhügels auftritt.

Viller, Recherches anatom. sur la commissure grise. Nancy 1887. *Tenchini,* Sulla trabecola cinerea dell'encefalo umano. Atti univ. di medic. 1882—1883. *Fritsch* und *Hol-*

länder in *Meynert's* Psychiatrie pag. 88. *Darkschewitsch,* Ueber d. Pupillarfasern des Tractus opt. Neurol. Centralblatt. 1887. *Monakow,* Correspondenzblatt f. Schweizer Aerzte 1890. *Forel A.,* Beiträge zur Kenntniss des Thalamus opticus. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 66. Bd. *Forel A.,* Untersuchungen über die Haubenregion. Arch. f. Psych. VII. Bd. *Schnopfhagen Fr.,* Beiträge zur Anatomie des Sehhügels. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 76. Bd. *Edinger,* On the importance of the corpus striatum. Journ. of nerv. ad mental dis XIV. 1887. *Bianchi* und *Abundo,* Die ins Gehirn und Rückenmark herabsteigenden experimentalen Degenerationen. Neurol. Centralblatt 1886. *Kowalewski,* Das Verhältniss des Linsenkernes zur Hirnrinde. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, 86. Bd., 1882. *Marchi,* Sulla fina anatomia dei corpi striati e dei talami ottici. Riv. sperim. di Fren. 1886. *Werdnig,* Concrement in der rechten Substantia nigra Soemmeringii. Wiener med. Jahrb. 1889. *Mingazzini,* Sur la f. structure de la Subst. nigra Söm. Arch. ital. di biol., 12. Bd.

2. Die centralen Markmassen des Grosshirns.

Die namentlich beim Menschen so beträchtliche Markmasse im Innern des Grosshirns, deren grösste Ausdehnung uns ein in der Balkenhöhe durch das Centrum semiovale Vieussenii gelegter Schnitt vorzuführen vermag, setzt sich aus dreierlei Fasersystemen zusammen, und zwar:

1. Aus solchen Fasern, welche aus der Hirnrinde zu den Ganglienmassen des Zwischenhirns oder tiefer hinab zum Mittelhirn, Hinterhirn, Nachhirn und Rückenmark ziehen: der Stabkranz (Corona radiata Reilii).

2. Aus Fasern, welche identische Bezirke beider Hemisphären verbinden: Commissurenfasern.

3. Aus längeren oder kürzeren Fasern, welche die verschiedenen Abschnitte der Hirnrinde einer Hemisphäre untereinander in functionelle Beziehung bringen und die wir sämmtlich unter der Bezeichnung „Associationsfasern" zusammenfassen wollen.

Zur Zeit der Geburt finden sich im menschlichen Grosshirne so wenig markhaltige Fasern, dass es vollständig gelatinös, grau aussieht. Zwischen der zweiten und dritten Woche fängt die Pyramidenbahn an, hier markhaltig zu werden; man kann sie an Sagittalschnitten leicht erkennen, wie sie von der inneren Kapsel her gegen beide Centralwindungen zieht und sich dort gabelig theilt: Ansa Rolandica *(Parrot).* Nach dem ersten Monate beginnt der Occipitallappen, nach dem fünften der Stirnlappen weiss zu werden und erst nach dem neunten Lebensmonate ist die Markbildung im Grosshirne vollendet *(Parrot).*

1. Der Stabkranz.

Die Gesammtheit der Stabkranzfasern im engeren Sinne convergirt von der Hirnoberfläche fächerförmig in der Richtung gegen die innere Kapsel hin — am Faserpräparate erhält man eine vom Zwischenhirne ausgehende Strahlenkrone. Das Gebiet zunächst oberhalb der inneren Kapsel, wo die Stabkranzbündel aus den verschiedenen Gegenden zusammentreffen, der Stiel dieses Fächers, wird als Fuss des Stabkranzes bezeichnet.

Mit Bezug auf die einzelnen Abschnitte der Hirnrinde können wir folgende wichtigere Theile des Stabkranzes unterscheiden:

a) Von den vorderen Partien des Stirnhirns die frontale Brückenbahn und den vorderen Stiel des Thalamus.

b) Aus den Centralwindungen und den benachbarten Gegenden die Pyramidenbahn und wohl auch die Haubenfaserung *Edinger's*, sowie Bündel zum Thalamus und zum rothen Kern.

c) Aus dem hinteren Theile des Scheitellappens und aus dem Hinterhauptslappen Fasern zum Thalamus (hauptsächlich im hinteren Stiele), sowie zum äusseren Kniehöcker und dem vorderen Vierhügel und zu dem hinteren Theile des hinteren Schenkels der inneren Kapsel (sensorische Bahnen im sagittalen Marklager).

d) Aus dem Schläfenlappen Bündel zum Thalamus theils im unteren Stiele, theils sich dem sagittalen Marklager anlegend; letztere sind wohl der Mehrzahl nach nicht für den Sehhügel bestimmt, sondern gelangen durch den hinteren Theil der inneren Kapsel in den Hirnschenkel. Auch zu den inneren Kniehöckern scheinen Fasern aus den Schläfenlappen zu ziehen.

Ausser diesen wichtigsten Bestandtheilen des Stabkranzes sind noch andere vorhanden, die jedoch bisher meist nicht genügend sichergestellt werden konnten; ferner müssen wir aber als dem Stabkranz gleichwerthig ansehen: Die aus dem Nucleus caudatus und dem Putamen in den Globus pallidus eintretenden Bündel (pag. 430), einen Theil der Markfasern an der Basis des Tractus olfactorius (pag. 349), sowie den Fornix.

Dem, was wir bereits (pag. 87) über das anatomische Verhalten des **Fornix** (Gewölbe) gesagt haben, ist hier noch Einiges beizufügen: Zunächst ist daran festzuhalten, dass der Fornix alle seine Fasern, oder wenigstens den grössten Theil derselben aus der Rinde des Ammonshornes bezieht; es kann aber als sicher gelten, dass in den Fornixsäulen sich auch Fasern befinden, die aus dem Ammonshorne der anderen Seite stammen.

Jedenfalls enthält der Fornix viele Fasern, welche zunächst im Corpus mammillare enden oder durch das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel in den Thalamus gelangen und daher den Stabkranzfasern analog sind. Ein kleiner Faserantheil des Fornix, der in das Septum pellucidum einstrahlt, wäre aber, insoferne er im Septum selbst endet, den Associationsbündeln gleichzustellen, da letzteres der Hirnrinde zuzurechnen ist. Nach *Zuckerkandl* gehören diese Fasern aber dem Riechbündel des Ammonshornes an (pag. 349) und gelangen vor der vorderen Commissur in den centralen Riechapparat. *A. Hill* ist der Ansicht, dass der Fornix überhaupt in sehr inniger Beziehung zum Olfactoriusgebiete stehe. Andere Bündel der Fornixsäule ziehen ebenfalls vor der vorderen Commissur herab, wenden sich aber, dieselbe umschlingend, alsbald nach hinten und vereinigen sich wieder mit dem Hauptstamme. Hier wäre auch die Stria alba tuberis (pag. 438) zu erwähnen.

Jedes **Corpus mammillare** zerfällt nach *Gudden* in zwei gesonderte Ganglien, in ein mediales mit kleinen und ein laterales mit grösseren Nervenzellen; zwischen beide Ganglien hinein schiebt sich ein grosser Theil der Fornixsäule, hier Wurzel des Gewölbes (Radix columnae fornicis) genannt, um theils ins Innere der Ganglien einzudringen, theils deren Kapsel, vorzüglich um den lateralen Kern *(Monakow)*, zu bilden. Nur ein relativ geringer Theil der Fornixfasern endet aber im Corpus mammillare; die übrigen verlaufen weiterhin auf sehr verschiedenen Wegen, vielleicht theils in dem gleich näher zu besprechenden *Vicq d'Azyr*'schen Bündel, theils in solchen Bündeln, die sich dorsal und hinten vom Corpus mammillare kreuzen (untere gekreuzte Wurzel der Fornixsäule). Weitere, weniger bedeutende Beziehungen des Fornix bestehen aber sicherlich noch *(v. Gudden, Honegger)*.

Aus dem medialen Ganglion, welches die Hauptmasse des Corpus mammillare ausmacht, entspringt das *Vicq d'Azyr*'sche Bündel (*Meynert's* aufsteigender Gewölbsschenkel); dieses zieht anfänglich direct nach oben und dann mehr nach vorne gewendet zum Tuberculum anterius des Sehhügels. Wenn auch eine einfache Umbeugung der Radix columnae fornicis im Corpus mammillare zum *Vicq d'Azyr*'schen Bündel angezweifelt wird, so besteht dennoch eine unleugbare Beziehung zwischen diesen beiden Faserzügen. Aus dem medialen Ganglion entspringt ferner ein kleineres, nach hinten zur Haube ziehendes Bündel, das aber nicht weit verfolgt werden kann, namentlich nicht beim Menschen, da seine Fasern sich sehr bald zerstreuen.

Das laterale Ganglion sendet ebenfalls ein Nervenfaserbündel rückwärts zur Haube (Pedunculus corporis mammillaris, *Meynert's*

Haubenbündel des Corpus mammillare), welches am medialen Rande des Hirnschenkelfusses beim Kaninchen oberflächlich, beim Menschen mehr in der Tiefe liegt und von Wurzelfasern des Oculomotorius durchbohrt wird (Fig. 131, *Pcm*). Sein weiteres Schicksal in der Brückengegend ist noch nicht sichergestellt.

Mitunter sieht man, und zwar immer nur links, oberflächlich ein etwa 1 Millimeter breites Bündel vom lateralen Rande des Corpus mammillare nach vorne und lateralwärts über das Tuber cinereum ziehen und 4 bis 5 Millimeter vom medialen Rande des Hirnschenkelfusses entfernt unter dem Tractus opticus verschwinden *(Lenhossék)*. Dieses Bündel, Stria alba tuberis, soll sich unter dem Tractus opticus aufwärts zum Fornix wenden, wäre also nur als abgesprengtes Bündel desselben anzusehen.

Lenhossék beschreibt noch ein weiteres Faserbündel, welches ebenfalls aus dem Marküberzuge des Corpus mammillare stammt und mehr in der Tiefe des Tuber cinereum sagittal nach vorne zieht, um in die Substantia perforata auszustrahlen.

2. Die Commissurenfasern des Grosshirns.

Die Verbindung zwischen identischen Stellen der Rinde beider Grosshirnhemisphären wird durch den Balken und die vordere Commissur hergestellt, und zwar hat es den Anschein, als ob, wenigstens beim Menschen, die verschiedenen Stellen der gesammten Hirnoberfläche ausnahmslos einer solchen Beziehung zu der homologen contralateralen Gegend theilhaftig wären; hingegen ist es nicht festgestellt, ob das Commissurensystem für die differenten Regionen der Hirnrinde auch überall gleich stark ausgebildet ist.

a) **Der Balken.** Von dem durch Auseinanderziehen beider Hemisphären in der Mantelspalte ohneweiters sichtbar zu machenden Theile des Balkens (freier Theil des Balkens) strahlen die Markfasern (Balkenstrahlung) zunächst horizontal in beide Hemisphären ein und biegen dann theilweise, um zu den oberen oder unteren Partien des Gehirns zu gelangen, aufwärts oder abwärts um. Da aber die sagittale Ausdehnung der Hemisphären jene des Balkens bedeutend übertrifft (vgl. Fig. 26), so ist es nothwendig, dass sowohl an seinem vorderen, als an seinem hinteren Abschnitte ein grosser Theil der Fasern nicht in derselben Frontalebene verbleibt, sondern sich auch nach vorne, respective hinten, wendet, um die Spitze des Stirn- und des Hinterhauptslappens zu erreichen. Von der Gegend des Balkenknies gelangen also die Fasern in nach innen offenem Bogen zum Stirnhirne; dadurch bilden diese Faserungen beider Hemisphären

zusammengenommen die Form einer Zange (Forceps anterior). Die Ausstrahlung des Rostrum corporis callosi in die beiden anliegenden Hirnwindungen kann man mit *Henle* als weisse Bodencommissur (Commissura baseos alba) bezeichnen.

Da das Splenium nur das eingerollte hintere Ende des Balkens darstellt, so gehen von diesem die Balkenstrahlungen für den hintersten Theil der Grosshirnhemisphären ab; sie verlaufen als ein starker, weisser Strang in ähnlicher Weise wie die vom vorderen Balkentheil abgehenden Fasern mit medianwärts gerichteter Concavität: Forceps posterior. Die äussere Kapsel erhält einen sehr beträchtlichen Zuzug von Balkenfasern, welche auf ihrem Wege Bündel kreuzen müssen, die für die innere Kapsel bestimmt sind (vgl. Fig. 15). Die vom hinteren Theile des Balkenkörpers selbst abgehenden mächtigen Faserzüge wenden sich zum grossen Theile nach abwärts und bilden dabei anscheinend die laterale Wand des Seitenventrikels, in seinen hinteren und unteren Partien (Tapetum). In manchen Fällen von Balkenmangel hat man aber das Tapetum wohl entwickelt gefunden *(Onufrowicz, Kaufmann)* und es wurde daraus der Schluss gezogen, das dasselbe seine Fasern nicht aus dem Balken, sondern aus dem Fasciculus longitudinalis superior (pag. 441) entnehme. Es sind aber auch wieder andere Fälle von Balkenmangel beschrieben, in welchen das Tapetum fehlte, während der Fasciculus longitudinalis superior wohl erhalten war *(Mingazzini)*. Die aus dem eingerollten Theile des Spleniums stammenden Fasern erreichen den Hinterhauptslappen durch die mediale Wand des Hinterhornes.

Es darf angenommen werden, dass der Balken die gesammte Grosshirnoberfläche mit Ausnahme des unteren und vorderen Theiles des Schläfenlappens, sowie des Riechlappens (Tractus olfactorius) versorgt; *Beevor* meint, dass auch der Cuneus vom Balken keine Fasern erhält.

Da sich an einem Präparate keine Nervenfaser von einer Stelle der Hirnrinde isolirt durch den Balken bis zur Rinde der anderen Seite verfolgen lässt, sondern die obige, allerdings äusserst wahrscheinliche Auffassung des Balkens mehr erschlossen als nachgewiesen ist, so wird es begreiflich, dass sich immer wieder Stimmen erheben, welche diesem Hirntheile eine andere Bedeutung zuweisen; namentlich wird *(Hamilton)* angegeben, dass das Corpus callosum eine grosse Kreuzungstelle darstelle für Fasern, welche, von der Hirnrinde kommend, in der inneren und äusseren Kapsel der anderen Seite hinabziehen.

Der Balken trägt, wie später bei der Beschreibung der Rinde des Gyrus fornicatus auseinandergesetzt werden soll, an seiner oberen Fläche einen dünnen Belag grauer Masse, welcher seitlich und

nahe der Mittellinie zu je zwei Längsstreife n anschwillt, die häufig nur schwach ausgeprägten Striae longitudinales laterales und die Striae longitudinales mediales (Nervi Lancisii).

An Sagittalschnitten kann man, am deutlichsten bei manchen kleinen Säugethieren, Faserbündel antreffen, welche aus den hinter und ober dem Balken gelegenen Theilen des Grosshirnmarkes (Gyrus fornicatus) in den Balken eintreten; hier verlaufen sie mehr oder minder weit in sagittaler Richtung nach vorne und treten endlich an der Unterseite des Balkens in das Septum pellucidum, woselbst sie sich verlieren.

Vollständiger oder partieller Mangel und abnorme Kürze des Balkens sind beim Menschen wiederholt beobachtet worden.

b) **Die vordere Commissur**, ein Appendix des Corpus callosum für die Rinde des Riechlappens und einen Theil des Schläfenlappens, fand bereits oben (vgl. pag. 348) ausführliche Besprechung. In Fällen von Balkenmangel fehlt mitunter auch die vordere Commissur mehr oder minder vollständig.

3. Verbindungsfasern zwischen den einzelnen Rindenbezirken derselben Hemisphäre.

Wir haben zu unterscheiden zwischen kurzen Fasern, welche benachbarte Windungen miteinander verbinden, und längeren und auch mächtigeren Faserbündeln, die zwischen entfernten Rindenpartien ausgespannt sind — beide zusammen werden meist als Associationssystem bezeichnet, indem man von der Ansicht ausgeht, dass sie dazu bestimmt sind, räumlich getrennte Gegenden der Hirnoberfläche functionell zu verknüpfen, ihre Leistungen zu associiren. Am passendsten würde es wohl sein, auch die Commissurenfasern der Grosshirnrinde dem Associationssysteme zuzurechnen, so dass alle homodesmotischen Faserbündel der Grosshirnrinde, ihrem analogen functionellen Werthe entsprechend, in dieser Gruppe zu vereinigen wären.

Die kurzen Fasern zwischen zwei nebeneinanderliegenden Windungen sieht man an Faserpräparaten in der Tiefe der Furchen bogenförmig unterhalb der Rinde ziehen: *Arnold*'sche Bogenfasern (Fibrae arcuatae, Fibrae propriae).

Zu den langen Associationsbündeln, welche alle durch Abfaserung darstellbar sind (Fig. 162), rechnen wir:

a) Das Hakenbündel, Fasciculus uncinatus, am Eingange der Sylvischen Grube, von der unteren Stirnwindung zur Hakenwindung und der Spitze des Schläfenlappens ziehend, *Fu.*





b) Das untere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior, von allen am leichtesten darstellbar, verläuft lateral neben dem Unterhorn und Hinterhorn des Seitenventrikels als grosser Faserzug, zwischen dem vorderen Theile des Schläfenlappens und der Spitze des Hinterhauptslappens, *Fli.*

c) Das Bogenbündel (oberes Längsbündel, Fasciculus arcuatus, longitudinalis superior) besteht aus Sagittalbündeln, welche etwa in der Höhe der unteren und auch der mittleren Stirnwindung und entsprechend weiter nach hinten theils gegen den Hinterhauptslappen, theils im Bogen gegen die Spitze des Schläfenlappens verlaufen, *Fa*;

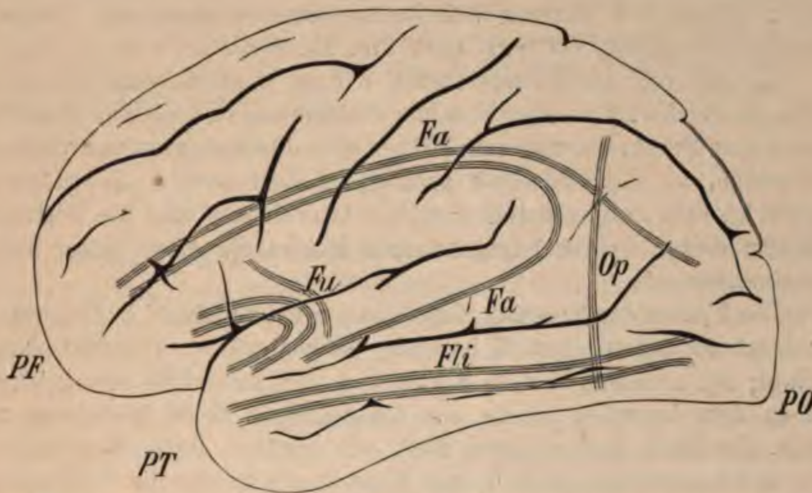


Fig. 162. Schematische Uebersicht der langen Associationsbahnen im Grosshirne. *PF* Frontalpol, *PT* Temporalpol, *PO* Occipitalpol, *Fa* Fasciculus arcuatus, *Fu* Fasciculus uncinatus, *Fli* Fasciculus longitudinalis inferior, *Op* Fasciculus occipitalis perpendicularis.

doch gelingt es weniger leicht, diesen Faserzug rein herauszupräpariren, da er innig mit Balkenfasern durchflochten ist. Es wurde früher (pag. 439) bereits bemerkt, dass nach der Anschauung Mancher das Tapetum durch Ausstrahlung aus diesem Bündel gebildet sein soll.

d) Die Zwinge (Cingulum) ist ein bogenförmiger Faserzug, welcher im Marke der gleichnamigen Windung verläuft und also einen grossen Bogen beschreibt, der von der Substantia perforata anterior nahe der Medianfläche des Gehirns bis gegen die Spitze des Parietallappens reicht. Die Zwinge liegt daher während eines grossen Theiles ihres Verlaufes dem Balken an jener Stelle auf, wo der Balkenkörper sich in die Balkenstrahlung zu zerfasern beginnt, und kann in der Regel (auch an Thierhirnen) an Frontalschnitten durch die Hemi-

sphären als rundlicher Querschnitt erkannt werden. Es scheint, dass die einzelnen Fasern der Zwinge keineswegs durch die ganze Länge dieses Zuges oder eine grössere Theilstrecke desselben verlaufen; es sind wahrscheinlich Fasern, die nur eine kurze Strecke diesen Verlauf beibehalten. Der über dem Balken gelegene Teil der Zwinge enthält Fasern, welche mit ihrem vorderen Ende in das Centrum semiovale abbiegen, mit ihrem hinteren wahrscheinlich in verschiedenen Rindenpartien wurzeln *(Beevor)*. Darnach wäre es auch nicht ausgeschlossen, dass in der Zwinge hauptsächlich Stabkranzfasern verlaufen.

e) Das senkrechte Occipitalbündel von *Wernicke*, welches von der oberen Spitze des unteren Scheitelläppchens vertical zur Spindelwindung herabzieht, *Op* (vgl. auch Fig. 15, *Fov)*.

Lateral von der Zwinge treffen wir im Centrum semiovale jene Stelle, an welcher, abgesehen vom hier verlaufenden Fasciculus arcuatus, Fasern vom Stabkranz und vom Balken sich durchkreuzen und vielfach verflechten, so dass daselbst auch jeder Zerfaserung die grössten Schwierigkeiten entgegenstehen; weiter lateralwärts wird die Verlaufsrichtung dieser beiden letztgenannten Faserarten eine immer mehr übereinstimmende.

Die Fasern der äusseren Kapsel haben entsprechend der Richtung der Inselwindungen einen fächerartig nach abwärts zu convergenten Verlauf; sie scheinen fast ausschliesslich der Inselrinde anzugehören und zu dem lateralen Gliede des Linsenkernes keine Beziehung zu haben. Ein Theil dieser Fasern zieht, wie erwähnt, gegen den Balken.

Es ist begreiflich, dass all jenen Faserzügen, welche die Verbindung der einzelnen Theile der Hirnrinde untereinander herstellen, also die Commissurenfasern mit eingeschlossen, eine sehr wichtige functionelle Bedeutung zukommt, denn — die Hirnrinde als Sitz der Bewusstseinsthätigkeit angenommen — wir werden in jenen Fasersystemen die hauptsächlichsten Vermittler der Vorstellungsassociationen zu suchen haben. Es darf aber nicht vergessen werden, dass wohl auch dem in der Hirnrinde selbst vorfindlichen dichten Fasernetze eine sehr beträchtliche associirende Thätigkeit zukommt. Es ist wahrscheinlich, dass jeder Theil der Hinrinde mit dem gleichnamigen der anderen Seite durch Commissurenfasern verbunden ist; das Corpus callosum und die vordere Commissur ergänzen sich in dieser Beziehung. Eine Ausnahmsstellung würde nach *Beevor* vielleicht dem Cuneus zukommen; das Fehlen der Commissurenfasern zwischen den beiderseitigen Sehcentren könnte die persistirende Hemianopsie nach Zerstörung eines Cuneus erklären. Auch die der Hirnrinde homologen Theile der Grosshirnganglien dürften durch Balkenfasern verbunden sein.

Parrot, Sur le développement du cerveau chez les enfants. Arch. de phys. norm. et path. 2. S. T. VI, 1879. *Jung*, Ueber das Gewölbe im menschl. Gehirn. Basel 1845. *Honegger*, Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Fornix. Rec. de Zool. Suisse V. Bd. *Gudden*, Beiträge zur Kenntniss des Corpus mammillare. Arch. f. Psych. XI. Bd. *Monakow*, Ueber secundäre Degeneration. Schweiz. Correspondenzblatt 1886. *Lenhossék*, Beobachtungen am Gehirn des Menschen. Anatom Anzeiger II. Bd. 1887. *Onufrowicz*, Das balkenlose Mikrocephalengehirn. Hofmann's Arch. f. Psych. XVIII. Bd. *Kaufmann*, Ueber Mangel des Balkens. Arch. f. Psych. XVIII. Bd. *Mingazzini*, Sopra un encefalo con arresto di sviluppo. Intern. Monatschr. f. An. und Phys. 1890 *Oxborn*, The origin of the corpus callosum. Morph. Jahrb. XII Bd. *Blumenau*, Zur Entwickelungsgeschichte und feineren Anatomie des Balkens. Arch. f. mikr. Anatomie 37. Bd. *Marchand*, Ueber die Entwickelung des Balkens im menschl. Gehirne. Arch. f. mikr. Anatomie 38. Bd. *Korányi*, Ueber die Folgen der Durchschneidung des Hirnbalkens. Pflüger's Arch. 47. Bd. *Hamilton*, Phil. Trans. Roy. Soc. 1884. *Hamilton*, On the corpus callosum in the embryo. Brain VIII. *Hamilton*, Brit. med. Journ. 1887. *Beevor*, On Prof. Hamiltons Theory. Brain VIII u. IX. *Beevor*, On the course of the fibres of the cingulum. Philos. Trans. Roy. Soc. 1891.

3. Die Rinde des Grosshirns.

Die Wand des Vorderhirnbläschens — des primären wie namentlich auch des secundären — entwickelt sich zu grauer Nervenmasse, welche grösstentheils als Grosshirnrinde bezeichnet wird. Da einzelne Theile der Wand des Vorderhirnbläschens im Laufe der Entwickelung sowohl ihrer topographischen Lage nach (häufig nicht an der äusseren Oberfläche des Grosshirns), als auch ihrem histologischen Charakter nach, von der Hirnrinde im engeren Sinne sich unterscheiden, hat es eines eingehenderen, namentlich entwickelungsgeschichtlichen Studiums bedurft, um der richtigen Auffassung — dass sie nämlich der Hirnrinde homologe Gebilde seien — Anerkennung zu verschaffen. Wir haben bereits einzelne solcher Hirntheile kennen gelernt, welche sich nicht auf den ersten Blick als der Rinde angehörig documentiren: die graue Masse des Tractus olfactorius, den Nucleus caudatus und das Putamen des Linsenkernes.

Schneiden wir irgendwo an der Hemisphäre senkrecht zur Oberfläche ein, so erscheint die Rinde im engeren Sinne des Wortes als peripheres dunkleres Begrenzungsband. Die Breite der Hirnrinde unterliegt aber nicht blos individuellen Schwankungen, sondern sie ist auch an jedem Gehirne je nach der Localität eine wechselnde; sie beträgt zwischen 1·5 Millimeter bis zu 4 Millimeter und ist im Allgemeinen über der Kuppe der Windungen beträchtlicher als in der Tiefe der Furchen. Ihr Maximum erreicht die Rindenbreite am oberen Theile der Centralwindungen und am Lobulus paracentralis, ihr Minimum in der Gegend des Occipitalpoles. Im höheren Alter

mit zunehmender Atrophie des Gehirns macht sich auch eine Abnahme der Rindenbreite sehr bemerkbar.

Schon makroskopisch fällt am Querschnitte der frischen Hirnrinde eine der Oberfläche parallele Schichtung durch eine wechselnde Färbung auf. Nicht an allen Stellen der Hirnrinde und auch nicht an allen Gehirnen ist dieser Farbenunterschied gleich deutlich.

Kölliker unterschied eine äussere weisse, eine mittlere graue und eine innere geblichröthliche Lage. Am schmalsten ist der lichte Saum an der freien Oberfläche, während die beiden anderen Lagen ziemlich gleich breit erscheinen. Zwischen der zweiten und dritten Schichte, manchmal auch in der Mitte der dritten, macht sich ein (mitunter doppeltes) nicht scharf begrenztes weissliches Band bemerkbar — als äusserer (und innerer) *Baillarger*'scher Streifen bekannt. *Baillarger* hat demnach sechs Schichten an der Grosshirnrinde unterschieden.

Man kann am ehesten erwarten, diese Streifung zu sehen, wenn man die obere Stirnwindung oder die vordere Centralwindung wählt.

Im Bereiche der Fissura calcarina, von ihr aus ein wenig auf die beiden benachbarten Windungen, namentlich auf den Cuneus, übergehend, erscheint der äussere *Baillarger*'sche Streifen zwar schmal, aber scharf begrenzt, so dass er an allen Gehirnen alsbald in die Augen springt (Fig. 21); er führt den Namen *Vicq d'Azyr*'scher Streifen, da dieser Anatom ihn beschrieben und abgebildet hat. Vor ihm aber hat bereits *Gennari* (am 2. Februar 1776 zum erstenmal) diesen Streifen als „Lineola albidior admodum eleganter" die Rinde durchziehen gesehen, und bald darauf seine Lage den damaligen topographischen Kenntnissen entsprechend möglichst genau beschrieben und abgebildet — desgleichen auch die *Baillarger*'schen Streifen. Es wäre daher nur gerecht, wenigstens den *Vicq d'Azyr*'schen Streifen zum *Gennari*'schen Streifen (Lineola albida Gennari) umzutaufen.

Nachdem schon für das unbewaffnete Auge das Aussehen der Grosshirnrinde nicht an allen Stellen das gleiche ist, so finden wir — anders wie bei der Kleinhirnrinde — den feineren Bau der corticalen Rindenschichte am Grosshirne je nach den verschiedenen Regionen ziemlich wechselnd.

Eine genaue Präcisirung sämmtlicher örtlichen Differenzen im feineren Bau der Grosshirnrinde würde hier zu weit führen; es sollen nur die Hauptdifferenzen hervorgehoben werden.

Wir wollen von der Betrachtung eines Schnittes aus dem hinteren Ende der **mittleren Stirnwindung** beginnen und späterhin untersuchen, wodurch sich die anderen Rindenstellen unterscheiden. Der Umstand,



dass die verschiedenen Gewebselemente, welche die Rinde constituiren, nicht gleichmässig in derselben vertheilt, aber auch nicht regellos



Fig. 163.



Fig. 164.



Fig. 165.

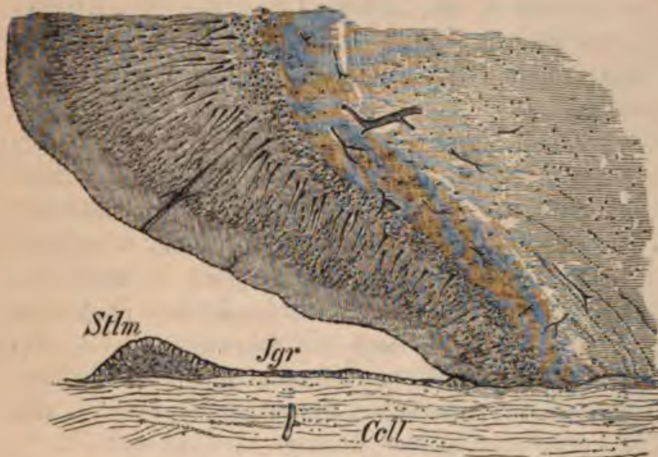


Fig 166.



Fig. 167.

Fig. 163. Querschnitt durch die menschliche Hirnrinde, hinterer Abschnitt der mittleren Stirnwindung. Karminpräparat. Vergr. 20.

Fig. 164. Rinde des Lobulus paracentralis.

Fig. 165. Rinde des Cuneus an der Fissura calcarina.

Fig. 166. Rinde des Gyrus cinguli, *Ccll* Corpus callosum, *Jgr* Induseum griseum, *Stlm* Stria longitudinalis medialis.

Fig. 167. Rinde des Subiculum cornu Ammonis über der Kuppe.

daselbst zerstreut sind, sondern, in einer der Oberfläche parallelen Schichtung, wechselnde Anordnung erkennen lassen, bedingt die schon

mit freiem Auge sichtbare Streifung der frischen Rinde und führt dahin, daselbst eine Anzahl von Lagen zu unterscheiden.

Eine solche Eintheilung der Hirnrindenbreite in eine Anzahl übereinandergelegener Schichten wird immer bis zu einem gewissen Grade eine willkürliche sein; es ist daher sehr begreiflich, wenn die Darstellung dieser Schichtung bei den verschiedenen Autoren keine übereinstimmende ist.

Gewöhnlich werden die Schichten der Hirnrinde mit Rücksicht auf Form, Grösse und Vertheilungsweise der Nervenzellen unterschieden. Wir werden daher die Structur der Hirnrinde vorerst an einem mit Karmin tingirten Präparate studiren. Man soll dafür die Schnittrichtung in der Regel derart wählen, dass die einstrahlenden Nervenbündel möglichst der Länge ihres Verlaufes entsprechend getroffen werden; man erreicht dies dadurch, dass man das Stückchen gehärteter Hirnsubstanz vom Marke her spaltet, oder bricht; die Bruchfläche entspricht dann dem Verlaufe der Markbündel und lässt dieselben schon durch eine charakteristische radiäre Streifung erkennen. Auch ist es gerathen, um schöne Präparate der Rindenzellen zu erhalten, das Rindenstück nur in Chromsalzen zu härten und ohne Alkohol und Celloidin unter Wasser mit dem *Gudden*'schen Mikrotome zu schneiden.

Zunächst unter der Pia mater, durch den epicerebralen Spaltraum von ihr getrennt, treffen wir eine 0·25 Millimeter breite Schichte (zellenarme Schichte, Schichte der zerstreuten Rindenkörper, Neurogliaschichte, Stratum moleculare, Ependymformation), in welcher nur zerstreute, unregelmässige, kleine Ganglienzellen in einer anscheinend homogenen Grundsubstanz erkannt werden können (Fig. 163). An der äussersten Oberfläche macht sich ein schmaler (10 bis 30 μ breiter) Randsaum bemerkbar, welcher ausschliesslich aus einem dichten, bindegewebigen Filzwerke mit zahlreichen Spinnenzellen besteht, und schon bei schwacher Vergrösserung als dunkler Contour auffällt.

Die zweite Schichte (Schichte der kleinen Pyramidenzellen, äussere Nervenzellenschichte) ist etwa ebenso breit wie die moleculäre Schichte, gegen welche sie sich ganz scharf abhebt. Es treten nämlich hier zahlreiche, nicht über 10 μ hohe Nervenzellen in gedrängter Aneinanderlagerung auf, welche zum grossen Theile pyramidenförmig und mit der Spitze gegen die Oberfläche gewendet sind.

Die dritte, 1 Millimeter breite Schichte (Schichte der grossen Pyramiden, Ammonshornformation, mittlere Nervenzellenschichte) ist nicht scharf gegen die vorhergehende abgegrenzt.

Die dort beschriebenen kleinen Pyramidenzellen rücken weiter auseinander, werden sparsamer, dabei nehmen aber, je mehr wir uns

den tieferen Schichten nähern, einzelne unter ihnen merklich an Grösse zu, so dass die grössten (bis 40 μ Breite) in der Tiefe zu suchen sind. An ihnen lassen sich auch die Einzelheiten im Bau der Pyramidenzellen am besten studiren (Fig. 151 und 168).

Die Pyramidenzelle kann man sich aus einer Spindelzelle hervorgegangen vorstellen. Diese Spindelzelle ist radiär gegen die Oberfläche gestellt und besitzt zwei Hauptfortsätze, von denen der eine, nach aussen hin gerichtete, sich durch sehr allmähliche Verschmälerung des Zellkörpers aus diesem entwickelt und meist sehr weit in gestrecktem Verlaufe gegen die Oberfläche hin zu verfolgen ist. Der zweite Hauptfortsatz (*a*) geht mit einem kürzeren, trichterförmigen Ansatze aus der Zelle hervor und wendet sich mehr oder minder direct in die Tiefe. Ausser diesen beiden Hauptfortsätzen gehen von der Zelle noch zahlreiche (vier bis zwölf) Nebenfortsätze mit stark verbreitertem Ansatze ab, und zwar die meisten von den tiefst gelegenen Stellen des Zellkörpers, welcher dadurch hier wesentlich an Umfang gewinnt. Auf diese Weise erhält denn die gesammte Zelle auch die Form eines Kegels oder einer Pyramide, mit nach aussen gerichteter Spitze.



Fig. 168. Pyramidenzelle aus der Grosshirnrinde. Sublimatfärbung. *a* mittlerer Basalfortsatz. Vergr. 200.

Dieser Kegel- oder Pyramidenform angepasst, benennt man die besprochenen Fortsätze. Der erste Hauptfortsatz, welcher gegen die Peripherie gerichtet ist, heisst Spitzenfortsatz, der andere, in die Tiefe herabsteigende Hauptfortsatz: mittlerer Basalfortsatz. Die von

der Basis, namentlich von der Peripherie der Basis abgehenden Nebenfortsätze bezeichnet man als seitliche Basalfortsätze, alle anderen dem Zellkörper seitlich aufsitzenden, als Seitenfortsätze.

Der Spitzenfortsatz kann mitunter bis in die Schichte der kleinen Pyramiden, aber nur schwer weiter in die moleculäre Schichte hinein (selbst bis in den bindegewebigen Randsaum nach *Martinotti* und *Sala*) verfolgt werden. Auf seinem Wege von der Zelle an gibt er eine wechselnde Anzahl feiner Seitenreiserchen ab, welche mit verbreiterter Basis nahezu unter rechtem Winkel abgehen und sich weiterhin in ein feinstes Netzwerk auflösen. Dadurch wird der Spitzenfortsatz successive zarter und feiner und nimmt vielleicht schliesslich auch Theil an der Bildung des erwähnten Netzwerkes; doch kann diese Endigungsweise keineswegs als feststehend angesehen werden.

Der mittlere Basalfortsatz (Fig. 163 *a*), der mitunter recht schwer aufzufinden ist, soll sich direct in eine markhaltige Faser fortsetzen und demnach den Axencylinderfortsatz darstellen. Ausnahmsweise soll dieser Axencylinderfortsatz auch von der Seite der Zelle abgehen. Unter allen Verhältnissen wird es nur sehr selten gelingen, den erwähnten directen Uebergang in eine markhaltige Faser nachzuweisen. Eine wiederholte dichotomische, spitzwinklige Theilung, wie sie für die seitlichen Basalfortsätze charakteristisch ist, besitzt der mittlere Basalfortsatz ebenso wenig wie der Spitzenfortsatz, hingegen soll jener sich gewöhnlich nach einiger Zeit T-förmig theilen *(Flechsig)*, im Occipitallappen häufig sogar in drei Aeste zerfallen, die selbst sich wieder theilen können, so dass eine Zelle durch einen einzigen Axencylinderfortsatz mit vielen Markfasern in Verbindung treten kann. An den Riesenzellen des Lobulus paracentralis konnte *Flechsig* eine solche Theilung nicht wahrnehmen.

Die Nebenfortsätze unterscheiden sich von den Hauptfortsätzen augenfällig durch die Art ihrer Theilung, welche nämlich hier eine dichotomische ist und nach fortgesetzter Gabelung schliesslich zur Auflösung in ein feines Maschenwerk führt.

Präparate, die nach *Golgi* mit Silber imprägnirt sind, weisen oft an den Fortsätzen eigenthümliche, scharfe, zackige Einknickungen auf. Häufiger als in der Grosshirnrinde des Menschen sollen diese Zacken beim Chimpansen, und zwar namentlich an den Spitzenfortsätzen sein *(J. Möller)*.

Das Protoplasma der Pyramidenzellen ist ein feinkörniges, mitunter kann man eine zarte Streifung erkennen; immer findet sich (gewöhnlich näher der Basis) ein Häufchen lichtgelben Pigmentes in der Zelle. Der Kern ist rundlich, oval, gar oft imitirt er im verkleinerten Massstabe die Pyramidenform der Zelle. Zellen mit rundem

und mit pyramidalem Kerne kommen nebeneinander vor. Ob dieser Unterschied in der Kernform mit einer Verschiedenheit der Function zusammenfällt oder vielleicht auch nur das Ergebniss der Härtung sei, kann nicht angegeben werden.

Das Kernkörperchen macht sich in der Regel durch seinen Glanz bemerkbar.

Die Art, wie der Spitzenfortsatz aus der Zelle entspringt, bringt es mit sich, dass die Länge der Pyramidenzellen nicht genau angegeben werden kann; die obere Grenze der Zelle ist eine rein willkürliche.

Die Nervenzellen der Grosshirnrinde, namentlich die Pyramidenzellen, werden aus verschiedenen Gründen in functionelle Beziehung zu den psychischen Leistungen gebracht. Dass die grössten Pyramidenzellen bei den psychomotorischen Leistungen eine Rolle spielen, ist sehr wahrscheinlich.

Es ist daher begreiflich, dass man etwaigen Alterationen ihrer Structur, die das anatomische Substrat für eine Störung der normalen Function abgeben würden, besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat; doch leiden die diesbezüglichen Untersuchungen noch unter dem Umstande, dass die Kenntnisse über den Bau der normalen Nervenzelle in hohem Grade unvollständige sind und fast nur die gröberen Veränderungen bisher als solche gedeutet werden konnten; immerhin schien es aus dem oben angeführten Grunde wichtig, etwas näher auf diese Elemente einzugehen.

Um die grösseren Pyramidenzellen macht sich der pericelluläre Raum bemerkbar, welcher, von wechselnder Breite, häufig 1 bis 5 lymphoide Körper enthält.

Die markhaltigen Nervenfasern kommen als geschlossene Bündel, welche an gelungenen Karminpräparaten deutlich erkannt werden können, in regelmässigen Abständen aus der tiefsten Rindenschichte radiär gegen die Oberfläche herauf: diese Bündel lösen sich im Bereiche der dritten Schichte nach und nach vollständig auf. Zwischen den Faserbündeln sind die Nervenzellen ebenfalls in radiären Säulen angeordnet.

Es finden sich in der ganzen Breite der Hirnrinde nicht wenige Bindegewebszellen mit zahlreichen Fortsätzen (Spinnenzellen); dieselben sind aber am deutlichsten in der Gegend der grossen Pyramiden zu erkennen.

Die vierte Schichte der Grosshirnrinde (Schichte der kleinen unregelmässigen Nervenzellen, Körnerformation, gemischte Nervenzellenschichte) ist hier etwa 0·3 Millimeter breit. Die Zwischenräume, welche die immer dichter werdenden Radiärbündel frei lassen, werden

nun mit ziemlich scharfem Uebergang durch zahlreiche kleine Zellen ausgefüllt (also ebenfalls in säulenförmiger Anordnung); letztere sind, etwa 8 bis 12 μ im Durchmesser haltend, von rundlicher, eckiger, unregelmässiger Form, und fast durchwegs zweifellos nervöser Natur. Ueber Zahl und weiteren Verlauf ihrer Fortsätze kann noch wenig mit Sicherheit ausgesagt werden. Es mag bemerkt werden, dass ähnliche unregelmässige Zellen in kleiner Anzahl zerstreut innerhalb aller Rindenschichten angetroffen werden können. Nicht wenige grosse und auch kleinere Pyramidenzellen treffen wir zwischen den kleinen polygonalen Zellen.

In der fünften, tiefsten Schichte nehmen die aus dem Marke aufsteigenden Nervenfasern, während sie sich zu Bündeln gruppiren, den grössten Theil des Raumes in Anspruch. Die kleinen unregelmässigen Zellen werden ziemlich rasch, aber nicht mit ganz scharfer Grenze, an Zahl geringer. Dafür treten mittelgrosse Zellen auf, welche alle Uebergänge von der Spindelform zur Pyramidenform darbieten (Schichte der Spindelzellen, Vormauerformation). Da sie in ihrer Richtung sich der Verlaufsrichtung der Markfasern anschliessen, so sieht meist ein Fortsatz, der dem Spitzenfortsatze der Pyramidenzellen entspricht, gegen die Oberfläche. In der Tiefe der Furchen geschieht es aber häufig, dass die Zellen, dem Verlaufe der associirenden Bogenbündel entsprechend, parallel zur Oberfläche gestellt sind. Dort ist auch diese Schichte sehr schmal und ziemlich scharf gegen das darunterliegende Mark abgegrenzt, unter der Kuppe der Windungen hingegen lassen sich die erwähnten Zellen weit in die Marksubstanz hinein verfolgen, so dass eine deutliche Abgrenzung zwischen Mark und Rinde unmöglich wird.

Ueber das Verhalten der Nervenfasern in der Grosshirnrinde, das bezüglich des Calibers und der Anzahl der Fasern gewissen individuellen Schwankungen unterliegt, lehrt die Karminfärbung nur wenig, wir müssen daher entweder nach *Exner* mit Ueberosmiumsäure färben oder ein nach *Weigert*'scher Methode behandeltes Präparat zu Hilfe nehmen; die *Pal*'sche Markscheidenfärbung reicht häufig für die Hirnrinde nicht aus.

Greppin schlägt vor, das Gehirn frisch oder nach vier- bis zwölfwöchentlicher Härtung in *Müller*'scher Flüssigkeit mit dem Gefriermikrotom zu schneiden, die Schnitte kommen für 10 bis 15 Stunden in eine wässerige, burgunderrothe Safraninlösung, Abspülen in Wasser; dann werden sie am Objectträger ausgebreitet, mit Filtrirpapier abgetrocknet und unter einem Tropfen 33procentiger Kalilauge betrachtet. Die Präparate, welche sich höchstens eine halbe Stunde lang halten, lassen aber die violetten oder dunkelrothen Nervenfasern deutlich erkennen.

Das Nervenfasernetz der Hirnrinde kann in voller Deutlichkeit nur dargestellt werden, wenn man dieselbe wenige Stunden nach dem Tode in die Härtungsflüssigkeit bringt. Besonders gut soll die Färbung gelingen *(Friedmann)*, wenn man das frische Hirnstückchen, das höchstens 1 Kubikcentimeter gross sein darf, für ein bis zwei Tage in folgende Fixirungsflüssigkeit einlegt: 2procentige Osmiumsäurelösung 2 Theile, 1procentige Chromsäurelösung 7 Theile, Eisessig 0·2 bis 0·5 Theile. Abspülen in Wasser, Nachhärten in Alkohol, Celloidineinbettung. Die Schnitte verweilen $2^1/_2$ bis 3 Stunden im Wärmekasten in der Hämatoxylinlösung, rasches Differenziren mit der *Weigert*'schen Ferridcyankaliumlösung.

Bei gelungener Färbung erhalten wir klaren Einblick in jenes dichte Markfasernetz in der Hirnrinde, auf welches *Exner* zuerst hingewiesen hat. Wir sehen dann Folgendes:

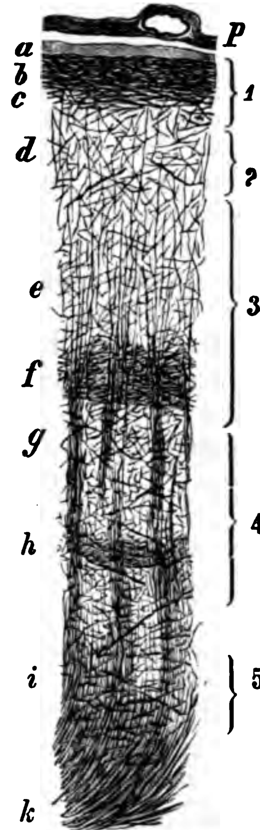


Fig. 169. Grosshirnrinde (Stirnlappen). Weigertfärbung. Vergr. 50. *P* Pia mater, *1—5* die fünf Schichten *Meynert's*, *a* oberflächliches Bindegewebslager, *b* tangentiale Markfaserschichte, *c* tieferer Theil der moleculären Schichte, *d* Fasernetz in der kleinzelligen Schichte, *e* oberer Theil der dritten Schichte, *f* äusserer *Baillarger*'scher Streifen, *g* Marknetz der dritten und vierten Schichte angehörig, *h* innerer *Baillarger*'scher Streifen, *i* tiefster Theil der vierten und fünften Schichte, *k* Marksubstanz.

Unter der Pia mater treffen wir zunächst einen bindegewebigen Saum (Fig. 169, *a*), welcher keinerlei nervöse Elemente enthält; unter ihm folgt etwa der äusseren Hälfte der zellenarmen Schichte *(1)* entsprechend, ein Stratum *(b)*, welches fast vollständig von markhaltigen Nervenfasern occupirt wird; diese Fasern sind der Mehrzahl nach fein, doch finden sich namentlich in der vorderen Centralwindung auch einzelne recht grobe darunter; sie verlaufen parallel zur Oberfläche und tangential zum Bogen der äusseren Windungscontour (tangentiale Randzone, zonale Fasern, Plexus externus, Deckschichte). In der inneren Hälfte der zellenarmen Schichte

(c) finden wir ein dichtes Netzwerk feiner Markfasern, die sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen.

Ein ähnliches Netzwerk *(d)* ist auch über die Schichte der kleinen Pyramiden *(2)* ausgebreitet.

In der Schichte der grossen Pyramiden *(3)* macht sich neben dem fundamentalen Netzwerke ein radiärer Verlauf von Markfasern, welche zu Bündeln angeordnet sind, immer mehr bemerkbar, je mehr man in die Tiefe vorschreitet; vereinzelte dieser Radiärfasern lassen sich bis in die Randzone hinein verfolgen. Unterhalb der Mitte dieser Schichte findet sich ein Gebiet *f*, in welchem die Zahl der sich durchflechtenden Markfasern eine sehr reichliche, die Verfilzung eine besonders dichte ist, so dass an dem nach der *Weigert*'schen Methode gefärbten Präparate ein dunkleres Band entsteht, welches dem äusseren *Baillarger*'schen Streifen entspricht (Plexus internus).

In dem mit *g* bezeichneten Bereiche, welches theilweise in die dritte und theilweise in die vierte Rindenschichte fällt, sind die radiären Markbündel nicht nur deutlicher und compacter, sondern sie enthalten auch viel mehr dicke Fasern als weiter oben.

In der Mitte der vierten Schichte verdichtet sich das Fasernetzwerk ebenfalls derart, dass ein zweites Markband entsteht, *h*, *Baillarger's* innerer Streifen; es ist schmäler und weniger markirt als das Band *f*.

Schon am Karminpräparate konnten wir sehen, dass in der fünften Schichte den Markfasern, welche aus dem Markkerne *k* aufsteigen und die Radiärbündel constituiren, der grösste Theil des Raumes zugewiesen ist. — Die mit *i* bezeichnete Lage entspricht also dem tiefsten Theile der vierten, sowie der ganzen fünften Rindenschichte.

An der Grosshirnrinde haben wir fünf Schichten unterschieden und uns dabei im Wesentlichen an die Art gehalten, wie *Meynert* seinen fünfschichtigen Typus aufstellte. Dabei haben wir aber gesehen, dass einzelne Schichten wieder in Unterabtheilungen zerlegt werden können. Häufig sind andererseits die vierte und die fünfte Schichte nicht gut voneinander zu trennen, sie werden daher gegenwärtig von vielen Anatomen zu einer einzigen Schichte (Schichte der kleinen Nervenzellen, innere Nervenzellenschichte) zusammengefasst.

Schwalbe unterscheidet eine innere und eine äussere Hauptzone; erstere umfasst das Gebiet der radiären Markbündel; in der äusseren Zone (von annähernd der gleichen Breite wie erstere) zerfallen diese Bündel rasch. Der äussere *Baillarger*'sche Streifen (Fig. 169, *f*) bildet etwa die Grenze zwischen beiden Hauptzonen, die also mitten in die

dritte Schichte fällt und nicht — wie oft irrigerweise angegeben wird — zwischen zweite und dritte Schichte.

Wir haben bereits erwähnt, dass die Hirnrinde nicht an allen Stellen der Hemisphärenoberfläche genau die nämliche Structur zeigt. Theils handelt es sich um rein quantitative Unterschiede, was Zahl und Grösse der beschriebenen Elemente, respective Schichten betrifft, theils aber ist die Abweichung von dem geschilderten Typus eine wesentliche, sei es durch hochgradiges Zurückbleiben in der Entwickelung (Tractus olfactorius und Septum pellucidum), sei es durch auffällige Veränderungen der typischen Formationen (Rinde des Ammonshornes).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese an allen menschlichen Gehirnen und mit gewissen Modificationen auch bei Thieren wiederzufindenden Verschiedenheiten im Bau mit einer entsprechend verschiedenen Eigenthümlichkeit der Leistung zusammenhängen. Es führt also schon die anatomische Betrachtung allein zu der Anschauung, dass die verschiedenen Rindengebiete des Grosshirns functionell nicht gleichwerthig sein können.

Nur ausnahmsweise finden wir rasche Sprünge im Bau benachbarter Rindentheile, fast durchwegs handelt es sich um allmähliche, langsame Uebergänge; dies gilt wenigstens für das Gehirn des Menschen und der höheren Thiere; bei niederen Thieren hingegen, z. B. beim Kaninchen, sind die Rindengebiete mit verschiedener Structur scharf voneinander abgegrenzt *(Bevan Lewis)*.

Rücken wir am Stirnlappen von der Nähe der Centralwindung vorwärts gegen den **Stirnpol**, so bleibt im Ganzen der Charakter der Hirnrinde unverändert, nur werden die Zellen in der Schichte der grossen Pyramiden kleiner. Umgekehrt aber zeichnen sich in der **vorderen Centralwindung** einzelne von diesen Zellen gerade durch ihre besondere Grösse aus.

Je höher wir in dieser Windung gegen die Mantelkante steigen, desto grösser werden einzelne von diesen Zellen, bei gleichzeitiger Breitenzunahme der dritten Schichte, um endlich im **Lobulus paracentralis** (Fig. 164) das Maximum ihrer Grösse (bis 65 μ breit) zu erreichen und dadurch den ihnen von *Betz* gegebenen Namen der Riesenpyramiden zu verdienen. In der **hinteren Centralwindung** finden sich die grossen Zellen nur in der Nähe der Mantelkante, und zwar an der vorderen gegen die *Rolando*'sche Furche gewendeten Seite.

Bezüglich dieser Riesenpyramiden sind noch einige Punkte hervorzuheben. Ihre Form ist meist eine ziemlich plumpe, selten die reine Pyramidenform; sie überragen alle anderen Nervenzellen dieser Gegend sehr an Grösse, Uebergangsgrössen sind fast nicht vorhanden; ferner sind sie meist zu zwei bis fünf in kleinen Gruppen (Nestern) angeordnet; viele von diesen Zellen liegen in der Schichte der unregelmässigen kleinen Zellen eingebettet. Nach der Angabe von *Betz* sollen in der Marksubstanz unterhalb der Riesenzellen auffallend dicke Axencylinder verlaufen, welche zu diesen Zellen gehören.

Bevan Lewis meinte, dass die grossen Pyramiden, den von *Ferrier* an der Hirnrinde abgegrenzten, einzelnen motorischen Regionen entsprechend, zu grösseren Gruppen angeordnet seien.

Von vornherein darf erwartet werden, dass jener Theil der **Occipitalrinde**, der sich durch ein scharfes, weisses Zwischenband, den *Gennari*'schen Streifen, bereits makroskopisch kenntlich macht, bezüglich des feineren Baues gewisse charakteristische Einzelheiten aufweisen wird (Fig. 165). Die moleculäre Schichte ist schmäler (0·15 bis 0·20 Millimeter breit), hingegen verhält sich die Schichte der kleinen Pyramiden so, wie an der erst beschriebenen, als Typus gewählten Stelle. In der dritten, 0·8 Millimeter breiten Schichte nehmen die Pyramiden im Allgemeinen gegen die Tiefe hin fast gar nicht an Grösse zu, hingegen trifft man in den tiefsten Partien dieser Schichte einzelne oder zu Gruppen vereinigte, auffallend grosse Pyramiden (Solitärzellen von *Meynert*). Etwa in der Gegend dieser Zellen oder aussen von ihnen ist die Durchflechtung der Markfasern eine besonders innige und gibt dadurch Veranlassung zur Entstehung des *Gennari*'schen Streifens, welcher dem äusseren *Baillarger*'schen Streifen analog ist. Die vierte Schichte ist in dieser Gegend auffallend stark entwickelt. Sie besteht aus den gleichen unregelmässigen Zellen, wie anderswo, ist aber merklich breiter (0·6 Millimeter) und durch eine zellenarme Schichte unterbrochen; namentlich in letzterer finden sich wieder ähnliche, wie die oben erwähnten Solitärzellen. (Diese Schichte ist an der Zeichnung zu hell ausgefallen.) Die fünfte Schichte ist hier immer schmal, mehr oder minder undeutlich ausgeprägt.

Meynert lässt die Schichte der kleinen unregelmässigen Zellen durch zwei zellenarme Zwischenlagen unterbrechen und unterscheidet hier acht Schichten (achtschichtiger Typus).

Der **Gyrus fornicatus** stellt in seinem ganzen Verlaufe zwar noch nicht den wirklich freien Rand der Hirnrinde dar, aber er bereitet ihn vor, sowohl während seines Verlaufes als Gyrus cinguli oberhalb des Balkens, als auch späterhin als Gyrus hippocampi (Subiculum cornu Ammonis).

Die Rinde der **Zwinge** (Gyrus cinguli) ist, wo sie gegen die Mantelspalte hinsieht (Fig. 166), recht breit (gegen 3 Millimeter), verschmälert sich aber, während sie schief lateralwärts gegen den Balken herabsteigt und dadurch den Sulcus corporis callosi (auch Ventriculus corporis callosi genannt) bildet, bis auf weniger als 1 Millimeter, um anscheinend durch die quer herüberziehenden Balkenfasern scharf abgeschnitten zu enden. Thatsächlich setzt sie sich aber als sehr dünner (20 bis 30 μ) Belag an der Oberfläche des Balkens medianwärts fort, und bildet so das Induseum griseum corporis callosi, *Igr*, das schliesslich noch zu einer 0·3 bis 1·0 hohen Leiste anschwillt (*Stlm*, Nervus Lancisii, Stria longitudinalis medialis). — Als Ligamentum tectum (Striae longitudinales externae, laterales) bezeichnet man den lateralsten Theil des Induseum, welcher meist ein wenig verdickt ist.

Die beiden ersten Schichten bieten an der Rinde des Gyrus cinguli nichts Charakteristisches. Die dritte Schichte enthält, etwa ihrer äusseren Hälfte entsprechend, nur wenige, kleine Pyramiden, in ihrer inneren Hälfte aber mittelgrosse Pyramiden; diese sind fast alle von der nämlichen Grösse (circa 25 bis 30 μ breit), grösstentheils in der Tiefe, nahe der vierten Schichte gelagert, so dass eine sehr zellenarme Zwischenzone entsteht, welche durch die auffallend entwickelten Spitzenfortsätze der grossen Pyramiden deutlich gestreift erscheint (Stratum radiatum). Weiterhin folgt die Schichte der unregelmässigen kleinen Nervenzellen (ohne deutliche säulenförmige Anordnung) und endlich eine nur wenig in die Augen springende fünfte Schichte. Die Verschmälerung der Rinde findet hauptsächlich auf Kosten der dritten Schichte statt, die grösseren Pyramiden werden successive seltener und verschwinden endlich ganz; am oberen Rande der hereinbrechenden Balkenfaserung sind die zweite und vierte Rindenschichte bereits zusammengeflossen.

Der Gyrus cinguli zeichnet sich den anderen Windungen gegenüber auch durch seine Faserarmuth aus; sein Plexus externus ist breiter, aber weniger dicht, in den tiefen Schichten ist das Nervengeflecht lockerer als an anderen Stellen der Hirnrinde *(Greppin)*.

Einzelne Nervenzellen kleinerer Art kann man gelegentlich im Ligamentum tectum finden.

In grösserer Anzahl trifft man sie aber in der Stria longitudinalis medialis; man unterscheidet hier einen centralen tieferen Antheil, der aus grauer Substanz mit kleinen, unregelmässigen Nervenzellen besteht, und einen peripheren, an Markfasern reichen Belag, der die tangentiale Randzone repräsentirt; daher rührt auch die weissliche Farbe dieser Striae bei makroskopischer Betrachtung; unterhalb der

eigentlichen grauen Schichte verlaufen Längsfasern, welche das Mark dieses rudimentären Rindentheiles darstellen.

Wir sehen also, dass wir in den Striae longitudinales mediales den wirklichen, äussersten Rand der Rindenbekleidung zu suchen haben (mit Einschluss der Fascia dentata: äusserer Randbogen). Nach vorne zu vereinigen sie sich mit der medialen Stirnwindung (vgl. Fig. 141), und dem Pedunculus septi pellucidi, hinten gehen sie sowohl in die Fascia dentata cornu Ammonis, als auch in den weissen Belag über, den wir als Substantia reticularis Arnoldi kennen gelernt haben.

In mancher Beziehung, namentlich was die dritte Schichte betrifft, hat die Rinde des Subiculum cornu Ammonis eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der des Gyrus cinguli; wir werden sie aber gemeinsam mit dem eigentlichen Ammonshorne abhandeln, da sie den Uebergang zu demselben darstellt.

Der **Parietallappen**, also die Gegend hinter der hinteren Centralwindung, soll sich dadurch auszeichnen, dass zwischen die dritte und vierte Schichte eine Lage dicht gedrängter kleiner Pyramidenzellen eingeschoben ist, welche der zweiten Schichte ähnlich ist *(Bevan Lewis)*; eine Verwechselung mit den kleinen vielgestaltigen Zellen der tieferen Lage müsse vermieden werden.

Die **Inselwindungen** unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von dem allgemeinen Typus *(Herbert C. Mayor)*; *Meynert* geht allerdings von der Anschauung aus, dass die **Vormauer** als integrirender Bestandtheil hinzuzurechnen sei, denn letztere enthält viele Spindelzellen, welche ihrer Grösse und Form nach den Zellen der fünften Rindenschichte (daher von ihm als Vormauerformation bezeichnet) entsprechen und grösstentheils parallel zur Oberfläche angeordnet sind. Solche Spindelzellen finden sich aber hauptsächlich an den Randpartien der Vormauer; in den inneren Schichten derselben überwiegen vielgestaltige Zellen, welche aber alle mehr oder minder sich der Pyramidenform nähern. Es ist daher diese Auffassungsweise *Meynert's* von Einigen nicht acceptirt worden. *Mondino* sieht in der Vormauer nur die Fortsetzung und das Ende der Rinde des Temporalpoles, welche sich in die Markmasse hinein erstreckt. Zwischen eigentlicher Rinde und Vormauer bleibt eine trennende Markschichte, die Lamina fossae Sylvii, Capsula extrema, welche unterhalb der Furchen schmal, der Kuppe der Inselwindungen entsprechend breiter ist.

Im **Mandelkerne** unterhalb der Hakenwindung findet man die nämlichen zelligen Elemente wie in der Hirnrinde; die meisten der hier unregelmässig zerstreuten Nervenzellen nähern sich der Pyra-

midenform, und es ist unzweifelhaft, dass der Mandelkern eine modificirte, verdickte Stelle der Temporalrinde vorstellt; dass diese Rindengegend wahrscheinlich in Beziehung zum Riechnerven steht, wurde bereits beachtet, doch wird von Einigen *(Mondino)* behauptet, dass zwischen Tractus olfactorius und Mandelkern keinerlei Verbindung bestehe.

Ueber die anderen Theile der Hirnrindenoberfläche fehlt noch eine genauere vergleichende Untersuchung, mit Ausnahme jener drei Gebiete, die sich durch einen mehr abweichenden Bau auszeichnen:

1. Die verkümmerte Rinde des **Tractus olfactorius** wurde bereits früher (pag. 346) beschrieben.

2. Das **Septum pellucidum** ist jener Theil des secundären Vorderhirnbläschens, welcher in Folge der Entwickelung des Balkens abgeschnitten wurde und, als functionell fast gar nicht zur Geltung kommend, sich auch nur äusserst rudimentär entwickelt. Mitunter reicht das Septum pellucidum und damit der Ventriculus septi nach hinten bis zum Splenium, so dass dann der Fornix nirgends an den Balken herantritt; in früheren Entwickelungsstadien ist ein solches Verhalten Regel.

Jene Fläche der Lamina septi, welche in den Ventriculus septi pellucidi sieht, entspricht also der freien Rindenoberfläche; sie wird auch nicht, wie dies sonst mit den eigentlichen Ventrikelwandungen der Fall ist, von einem Epithel bedeckt, hingegen ist eine deutliche, wenn auch schmale, an Markfasern reiche, oberflächliche Schichte vorhanden, entsprechend der tangentialen Randzone; weiterhin folgt eine graue Schichte, welche ziemlich viele Nervenzellen enthält. Diese sind näher dem Ventriculus septi pellucidi, meist pyramidenförmig mit einem medianwärts (der freien Oberfläche entsprechend) gerichteten Spitzenfortsatz, in den tieferen Schichten sind diese Zellen unregelmässiger. Gegen den Seitenventrikel sieht man eine Markschichte, welche mit dem gewöhnlichen Ventrikelependym überzogen ist. Die Gefässlücken im Septum sind meist auffallend weit. Häufig ist die Lamina septi nicht einmal so weit entwickelt und eine Unterscheidung der eben geschilderten Schichten nur sehr schwer, und zwar blos in den ventralen Theilen des Septums durchzuführen. Bei vielen Thieren ist das Septum pellucidum bedeutend weniger reducirt als beim Menschen, und lässt dann auch mehr und besser entwickelte Nervenzellen erkennen, dabei können beide Blätter derart miteinander verwachsen, dass es nicht zur Bildung eines Ventriculus septi pellucidi kommt (Maus, Kaninchen, Schwein, Katze, Hund). Beim Kalb, Schaf und Pferd ist das Verhältniss ähnlich wie beim Menschen *(Honegger)*.

Die Markfasern des Septum pellucidum strahlen zum grossen Theile aus einem Längsfaserzug herein, den man an der Unterseite des Balkens jederseits der Mittellinie deutlich sehen kann (Fasciculus arcuatus septi oder Fornix longus). Manche dieser Fasern sind vielleicht identisch mit jenen, welche, aus dem Gyrus fornicatus stammend, den Balken durchbrechen (pag. 440). Vorne ventral, im Septum convergiren diese Fasern und stellen dadurch den Pedunculus septi pellucidi dar, dem sich, sobald er an die Hirnbasis heraustritt (Fig. 141), auch Fasern aus dem Nervus Lancisii anschliessen. An der Substantia perforata anterior strahlen die Fasern des Pedunculus septi nach der Seite und nach hinten auseinander.

3. Die **Rinde des Ammonshornes.** Wir haben früher (pag. 98, vgl. Fig. 23) besprochen, dass, wenn man durch den Sulcus hippocampi gegen das Unterhorn vordringt, eine Anzahl meist longitudinal gerichteter Gebilde zur Anschauung gelange, und zwar das Subiculum cornu Ammonis (Gyrus hippocampi), die Fascia dentata, die Fimbria und das eigentliche Ammonshorn — eventuell noch die bedeutungslose Eminentia collateralis Meckelii.

Jener Theil des Subiculum (Gyrus hippocampi), welcher sich an den Gyrus occipito-temporalis lateralis anschliesst, zeigt noch einen Rindenbau, welcher von dem allgemeinen Typus wenig abweicht. Aber bereits über der Convexität des Gyrus hippocampi sind Veränderungen bemerkbar, welche weiterhin gegen die Verwachsungsstelle mit der Fascia dentata immer mehr hervortreten und den Uebergang darstellen zu jenen Verhältnissen, die wir am eigentlichen Ammonshorne antreffen (Fig. 167, 170 und 171).

Die moleculäre Schichte wird auffallend breiter; diese Dickenzunahme ist grösstentheils auf eine sehr starke Entwickelung der peripheren Markzone, Lamina medullaris externa, *Lme*, in Fig. 170, zurückzuführen. Es ist diese Verbreiterung aber keine gleichmässige, die oberflächliche Marklage bildet vielmehr eine Succession in die Rinde vorspringender Hügelreihen mit dazwischenliegenden Thälern (Fig. 167). Diese wechselnde Dicke der Markbedeckung verursacht auch die an vielen frischen Gehirnen deutlich erkennbare netzförmige weisse Färbung des Gyrus hippocampi (Substantia reticularis Arnoldi). Die oberflächlichsten Markfasern verlaufen wie an anderen Rindenstellen „tangential", werden also an dem Querschnitte der Länge nach getroffen sein müssen. Die Hauptmasse dieser Markfasern, welche eben die so beträchtliche Verdickung dieser Schichte verursacht, verläuft aber longitudinal von vorne nach hinten. Von der oberflächlichen Markschichte, namentlich von deren Hügeln, geht ein Regen von Markbündeln bis in das tiefliegende Marklager hinab.

In der Schichte der kleinen Pyramiden sind die Nervenzellen nicht zu einer gleichmässigen Lage angeordnet; sie bilden vielmehr ebenfalls eine Kette von Hügeln, welche aber mit der Basis nach der Tiefe gerichtet sind, und in die von der Markschichte freigelassenen Thäler hineinpassen. Daraus geht auch hervor, dass eine eigentliche moleculäre Schichte nicht existirt, dass sie vielmehr fast vollständig von den longitudinalen Markfasern occupirt wird.

In der dritten Schichte des Subiculum fehlen die kleineren und mittleren Zellen, die Uebergangsformen zu denen der zweiten Schichte, nahezu vollständig, ähnlich wie im Gyrus cinguli; es finden sich fast nur grössere Pyramiden mit sehr deutlichem, langem Spitzenfortsatz. Die grössten dieser Pyramidenzellen liegen auch hier in der Tiefe der Schichte und sind circa 40 μ lang.



Fig. 170. Schnitt durch die Ammonshorngegend. Färbung nach *Pal.* Vergr. 4. *H* Gyrus hippocampi, *oti* Fissura occipito-temporalis inferior, *Fsi* Fissura subiculi interna, *Lme* Lamina med. ext., *Fd* Fascia dentata, *Fi* Fimbria, *Vli* Unterhorn, *Stmm* mittlere Markschichte, *Lmi* Lamina medull. invol., *Alv* Alveus, *Sto* Stratum oriens, *Stgr* Stratum granulosum, *Hfd* Hilus fasciae dentatae.

Parallel mit den Spitzenfortsätzen dieser Zellen verlaufen auch die früher erwähnten radiären Markbündel durch die ganze Schichte; ausserdem trifft man aber hier auch zahlreiche feinere und gröbere Markbündel, welche mitunter schief, meist aber longitudinal in der Verlaufsrichtung der Windung, durchstreichen, also quer getroffen erscheinen; sie geben dieser Gegend ein eigenthümlich fleckiges Aussehen, das sogar schon nach Karminfärbung auffällt. — Die vierte und fünfte Schichte sind zu einem schmalen Saume von 0·25 Millimeter zusammengeschmolzen, sie enthalten fast ausschliesslich kleine, unregelmässige Nervenzellen; letztere sind in ein dichtes Netzwerk von Nervenfasern eingebettet, welche sich in den verschiedensten

Richtungen durchflechten, aber, besonders gegen den Markkern zu, überwiegend eine longitudinale Richtung einschlagen.

Das eigentliche Ammonshorn können wir von jener Stelle beginnen lassen, an welcher die Fascia dentata mittelst eines gefässführenden Blattes der Pia mater mit der Rinde des Subiculum verwächst. Während das Subiculum am Querschnitte einen Rindenbogen mit medianwärts gerichteter Convexität darstellt, bildet das Ammonshorn einen sich daran schliessenden Bogen, dessen Convexität lateralwärts ins Innere des Unterhorns, *Vli*, sieht.

Im Bereiche des Ammonshornes begegnen wir an Präparaten, welche nach der *Weigert*'schen Methode behandelt wurden, einer dreifachen Markschichte:

Die Lamina medullaris externa spaltet sich in zwei Schichten; die eine dieser Schichten (Kernblatt, Lamina medullaris involuta), *Lmi*, ist nichts Anderes, als die merklich verbreiterte oberflächliche Markschichte der Hirnrinde; ihre Fasern verlaufen daher auch in der Ebene des Querschnittes. Aus der Lamina medullaris externa des Subiculum entwickelt sich im Ammonshorne aber ferner eine andere an Markfasern sehr reiche Lage, das Stratum medullare medium, *Stmm*. Es bildet eine mit dem Kernblatt parallele Schichte, deren Nervenfasern aber, wie in der tieferen Lage der Lamina med. externa subiculi, grösstentheils schief oder longitudinal von vorn nach hinten verlaufen.

Die dritte Markschichte des Ammonshornes, das Muldenblatt (Alveus), *Alv*, bedeckt dasselbe, so weit es ins Unterhorn sieht; es ist die Fortsetzung des centralen Markes im Subiculum und repräsentirt, wenn auch verkleinert, diese Schichte für das Ammonshorn.

Das eigentliche Muldenblatt besteht aus dicht gedrängten Bündeln, welche meist schief verlaufen, sich aber mannigfach durchschlingen. Nach innen zu, das heisst gegen die Rinde des Ammonshornes hin, löst sich das Muldenblatt in eine Schichte nicht zu Bündeln vereinigter Markfasern auf, welche zum grossen Theile im Bogen, parallel zur Krümmung des Ammonshornes verlaufen (Stratum oriens von *Meynert*).

Die Nervenzellen zeigen beim Uebergange vom Subiculum zum Ammonshorne folgendes Verhalten: Die kleinen Pyramiden der zweiten Schichte schwinden, indem die erwähnten Hügel immer seltener und niederer werden; die grossen Pyramiden der dritten Schichte ziehen sich, mit Verlust der kleineren Zellen, ausschliesslich in die tiefste Lage dieser Schichte zurück; die vierte und fünfte Zellenlage endlich verschwinden fast vollständig.

Man hat nun am Ammonshorne folgende Schichten unterschieden (Fig. 171):

1. Das Kernblatt, *Lmi*. Nur anfänglich schiebt sich noch das erwähnte Blatt der Pia mater zwischen Kernblatt und Fascia dentata hinein; weiterhin verwachsen die beiden letztgenannten Theile fest miteinander. Zwischen den Nervenfasern finden sich vereinzelte Spindelzellen.

2. Das Stratum moleculare, *Stm*, reicht bis zum Stratum medullare medium hin und ist der gleichnamigen Schichte der typischen Hirnrinde ähnlich gebaut.

3. Das Stratum lacunosum (Stratum reticulare, Stratum medullare medium), *Stl*, seiner Lage nach etwa der Schichte der kleinen Pyramiden entsprechend. Das Gewebe ist hier auffallend locker; ziemlich viele Capillargefässe, die sich wegen der löcherigen Beschaffenheit des Grundes mehr bemerkbar machen, bilden ein deutliches Gefässnetz. Von dem Verhalten der zahlreichen Markfasern in dieser Gegend wurde schon oben gesprochen. Einzelne unregelmässige kleine Nervenzellen finden sich hier auch.

4. Das Stratum radiatum, *Str*. In der Breite dieser Schichte verursachen die Spitzenfortsätze der in der nächsten Schichte zahlreich vorhandenen Pyramidenzellen eine auffallend radiäre Streifung, welche durch das nahezu vollständige Fehlen anderer Nervenzellen besonders deutlich hervortritt.

5. Das Stratum cellularum pyramidalium, *Stp* (Pyramidenzellenschichte), enthält die erwähnten fast gleichgrossen (40 μ) Pyramiden in gedrängter Anordnung.

6. Das Stratum oriens, *Sto*; zwischen den Markfasern liegen einzelne spindelförmige Nervenzellen als Repräsentanten der Spindelzellen in der fünften Rindenschichte.

7. Das Muldenblatt, *Alv* (Alveus).

8. Gegen den Ventrikel zu wird das Muldenblatt von einer ziemlich dicken Ependymschichte, *E*, mit den bekannten Epithelien überzogen.

An den Bogen des Ammonshornes schliessen sich endlich noch zwei terminale Gebilde an (Fig. 170), von denen eines, die Fimbria, gänzlich aus Markmasse mit dickeren Bindegewebsseptis, das andere, die Fascia dentata, grösstentheils aus grauer Substanz besteht.

Die F i m b r i a, *Fi* (Bandelette de la voute), steht in unmittelbarem Zusammenhange mit dem eigentlichen Alveus; sie setzt sich aus dicken Bündeln longitudinaler Fasern zusammen.

Die F a s c i a d e n t a t a, *Fd* (gezahnte Leiste, corps godronné), stellt den wirklichen Rand der Hirnrinde dar; sie drängt sich in die Concavität des Ammonshornbogens hinein und verwächst in oben angegebener Weise stellenweise mit letzterem.

Wir finden hier (Fig. 171) zwei Arten von Nervenzellen: 1. eine schmale, der Oberfläche der Fascia dentata genau parallele Schichte (Stratum granulosum, Stratum corporum nervorum arctorum, *Stgr*) ganz enge aneinanderliegender kleiner Zellen, von rundlicher oder eckiger, auch pyramidaler Form; ihr Kern besitzt meist nur eine geringe protoplasmatische Umhüllung, so dass man diese Elemente auch für Körner ansehen könnte. Zwischen diesen Zellen bleibt fast gar kein Grundgewebe übrig. Der Bogen, den diese Schichte bildet, ist nur dorsalwärts, gegen die Fimbria zu, nicht geschlossen: Hilus fasciae dentatae.

2. Die andere Art von Nervenzellen, denen wir in der Fascia dentata begegnen, entspricht den grossen Pyramiden des Ammonshornes; sie finden sich in zerstreuter, unregelmässiger Lagerung in dem ganzen, vom Stratum granulosum eingeschlossenen Raum.

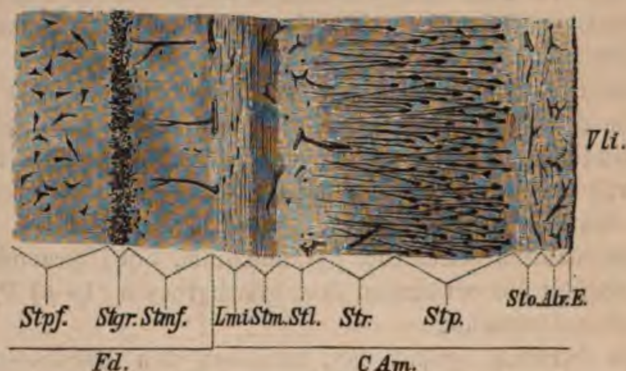


Fig. 171. Rinde des Ammonshornes und ein Theil der Fascia dentata. Karminpräparat, Vergr. 20. *CAm* Cornu Ammonis, *Fd* Fascia dentata, *Vli* Unterhorn des Seitenventrikels, *E* Ependym, *Alv* Alveus, *Sto* Stratum oriens, *Stp* Stratum cellul. pyramid., *Str* Stratum radiatum, *Stl* Stratum lacunosum, *Stm* Stratum moleculare, *Lmi* Kernblatt, *Stmf* Stratum moleculare fasciae dent., *Stgr* Stratum granulosum, *Stpf* Pyramidenzellenschichte der Fascia dentata.

Die Fascia dentata lässt also folgende Schichten erkennen:

1. Einen deutlichen oberflächlichen Marküberzug (Stratum marginale) als Fortsetzung des Kernblattes, aber weitaus schmäler wie dieses. Da diese Schichte am Karminpräparate namentlich bei schwächerer Vergrösserung nicht zur Geltung kommt, ist sie an Fig. 171 nicht sichtbar; wir müssten sie hier an der Verwachsungsstelle mit dem Kernblatte des Ammonshornes suchen.

2. Ein Stratum moleculare, *Stmf.*

3. Das Stratum granulosum, *Stgr* (S. o.).

4. Den Kern (Nucleus fasciae dentatae, Pyramidenschichte), *Stpf.* Die Schichte der Pyramidenzellen, sowie die Bogenfasern des Stratum

oriens treten durch den Hilus ein und breiten sich im Innern des Kernes nach allen Seiten hin aus.

Da die Structur der Fascia dentata von der der Hirnrinde sehr wesentlich abweicht, so ist eine Homologisirung der Schichten nur schwer durchzuführen; *Hill* ist daher der Ansicht, dass sie nicht als letzter Rand der Hirnrinde aufzufassen sei, sondern dass man in der Fascia dentata eine eigene Art grauer Substanz zu erblicken habe, welche an anderen Stellen der Hirnrinde nicht angetroffen wird, und dem freien Rindenrande noch angefügt sei.

Weiter nach vorne zu wird die Fimbria immer kleiner; die Fascia dentata hingegen wird anfänglich grösser und senkt sich schliesslich in den Uncus ein.

Sobald aber die eigentlichen Digitationen des Ammonshornes deutlich werden, haben wir es mit einer wellig gekrümmten, horizontal gestellten Rindenplatte zu thun, welche an ihrer Oberfläche von dem weissen Muldenblatte überzogen ist; an ihrer Unterseite gegen die Fissura hippocampi hin schiebt sich das vordere Ende der Fascia dentata ein (immer durch das Stratum granulosum in entschiedener Weise charakterisirt); letztere wird aber schliesslich wieder successive kleiner, bis sie gänzlich verschwindet.

Fast bei allen Säugethieren ist das Ammonshorn, das mit dem Fornix verbunden oberhalb des Thalamus opticus weit nach vorne verfolgt werden kann, relativ bedeutend mächtiger als beim Menschen; es ergeben sich dann auch mancherlei histologische Differenzen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.

Der ursprünglich geschilderte Typus des Grosshirnrindenbaues lässt sich durch die ganze Reihe der Säugethiere hindurch mit gewissen Modificationen erkennen. Wechselnd ist die relative Zahl von nervösen Elementen, ihre Grösse, sowie die Breite der einzelnen Schichten. Im Ganzen haben grössere Thiere auch grössere Nervenzellen aufzuweisen. — Die moleculäre Schichte ist beim Menschen verhältnissmässig schmal, die Rinde zeigt bei ihm einen grösseren Reichthum an Nervenzellen, entsprechend der höheren Dignität dieses Organes *(Meynert)*.

Bei den meisten Säugethieren lassen sich gewisse locale Verschiedenheiten im Baue der Hirnrinde nachweisen, welche durch Parallelisirung mit ähnlichen Variationen an der menschlichen Hirnrinde Schlüsse auf functionelle Gleichwerthigkeit gestatten.

Die Nervenzellen der Hirnrinde unterscheiden sich aber auch ihrer inneren Constitution nach bei niederen Säugethieren von

denen des Menschen. Es geht dies aus einem differenten Verhalten gegen Härtungsflüssigkeiten hervor, das sich an anderen Gegenden des Centralnervensystems viel weniger oder auch gar nicht bemerkbar macht. Untersucht man z. B. die in chromsaurem Kali gehärtete Hirnrinde eines kleinen Nagethieres, so wird man meistens statt der zahlreichen Pyramidenzellen zum grossen Theile runde Gewebslücken, Blasen, auch mit von ihnen ausgehenden Canälen finden; in diesen Lücken liegt ein Zellkern, umgeben von einer feinkörnigen, undeutlich und unregelmässig begrenzten Masse. Jedenfalls handelt es sich dabei um postmortale Veränderungen, die wahrscheinlich ihren Grund in der chemischen Constitution des Grundgewebes und der Zellen haben.

Die Zelle ist also zugrunde gegangen, trotzdem man in der Lage war, das Gehirn noch ganz frisch in die Härtungsflüssigkeit zu bringen, während bei menschlichen Präparaten, wo die ersten Stadien eines Fäulnissprocess viel eher eintreten könnten, solche Bilder weitaus seltener sind.

An mangelhaft gehärteten menschlichen Gehirnen, sowie vielleicht auch in pathologischen Fällen kann man allerdings ähnliche Lücken auch sehen.

Pigment fehlt den Rindenzellen aller Thiere fast vollständig.

In den niederen Wirbelthierclassen weicht der Bau der Hirnrinde mehr von dem menschlichen Typus ab, so dass ein näheres Eingehen hier nicht am Platze erscheint.

Es verdient aber hervorgehoben zu werden, dass eine als Hirnrinde aufzufassende periphere Zellenschichte bei Fischen und Amphibien am Vorderhirn gar nicht existirt, und dass erst bei den Reptilien eine unzweifelhafte Hirnrinde und damit auch markhaltige Stabkranzfasern angetroffen werden *(Edinger)*.

Beim menschlichen Embryo lassen sich in der Grosshirnrinde zahlreiche runde Kerne erkennen (auch Gliakerne genannt), welche die Grundlage für die später hier anzutreffenden zelligen Elemente abgeben.

Diese Kerne sind einerseits in einer Anzahl von Schichten (beim fünfmonatlichen Fötus zählte *Lubimoff* sechs Schichten) angeordnet, welche am Durchschnitte eine Succession von helleren und dunkleren Bändern, je nach dem geringeren oder grösseren Reichthum an Kernen darstellen. In den tieferen Schichten lassen diese Kerne aber andererseits auch eine säulenförmige, radiäre Anordnung erkennen, indem zwischen ihnen der Raum zum Durchpassiren der zu jener Zeit noch vollständig marklosen Nervenfasern freibleibt.

Während sich im menschlichen Rückenmarke bereits in der zehnten Schwangerschaftswoche Ganglienzellen erkennen lassen sollen, treten die Pyramidenzellen in der Hirnrinde erst in der 28. Woche auf *(Vignal)*, und um die Zeit der Geburt herum sind daselbst bereits sehr viele ausgebildete Pyramidenzellen vorhanden, namentlich in den tieferen Schichten *(Lemos*, nach *S. Fuchs* bereits auch in den oberen Lagen) und die Riesenzellen, aber noch keine markhaltigen Fasern. Nach den Untersuchungen von *S. Fuchs* finden sich die ersten markhaltigen Fasern in der Rinde des Gyrus centralis posterior im zweiten Lebensmonate, es sind dies die Radiärbündel. In der oberflächlichen tangentialen Schichte erscheinen markhaltige Nervenfasern im fünften Lebensmonate; daran schliessen sich die übrigen Fasern der Hirnrinde, doch



Fig. 172. Injicirte Rinde vom Grosshirne des Hundes. Vergr. 25. *1* zellenarme Schichte, *2* Gegend der Pyramidenzellen, *3* innere, tiefste Rindenschichten, *4* Marksubstanz.

scheint die Markbildung daselbst erst im siebenten oder achten Lebensjahre vollendet zu sein. — Es kann auch als Regel angegeben werden, dass in der Hirnrinde jene markhaltigen Fasern zuerst auftreten, welche in späteren Stadien die dicksten sind.

4. Blutgefässe des Grosshirns.

Wir wollen an dieser Stelle nur kurz die Vertheilungsweise der feineren Blutgefässe im Inneren des Grosshirns besprechen. Den Verlauf und die Verbreitung der grossen Gefässe an der Oberfläche, namentlich an der Gehirnbasis, werden wir später kennen lernen.

Als allgemeine Regel gilt hier, wie für das ganze Centralnervensystem, das Gesetz, dass die Capillarmaschen um so dichter sind, je reicher die betreffende Gegend an Nervenzellen ist. Genauere Angaben über den Gefässverlauf an manchen Stellen des Gehirns wären noch erwünscht.

Von dem oben geschilderten Verhalten kann man sich leicht an der Hirnrinde überzeugen (Fig. 172). Arterien und Venen ziehen senkrecht von der Pia mater hinab, die grösseren mit relativ wenigen Seitenästen bis in die Marksubstanz, die kleineren lösen sich in der Hirnrinde selbst vollständig auf.

Hier können wir zum mindesten drei verschiedene Formen des Capillarnetzes unterscheiden:

1. Der moleculären Schichte entsprechend ein ziemlich weitmaschiges Netz, *1*.

2. Ein sehr enges Netz im Bereiche der Pyramidenzellen, *2*, welches

3. in den tiefsten Rindenschichten, *3*, merklich lockerer wird.

Die Capillarmaschen der Marksubstanz, *4*, unterhalb der Windungen, sind sehr weit, mit ihrer Längsaxe meistentheils der Oberfläche parallel gestellt.

Von den übrigen grauen Massen zeichnen sich namentlich das Corpus geniculatum laterale, das Corpus subthalamicum und die Nervenkerne durch ihren besonderen Reichthum an Capillargefässen aus.

Manche anatomische Verhältnisse kommen an injicirten Präparaten erst recht deutlich zur Geltung, z. B. die Zweitheilung des anscheinend einfachen Corpus mammillare beim Hunde.

Quer verlaufende stärkere Gefässäste respectiren fast immer die Medianebene, selbst im Corpus callosum, wohl aber kann sich ein Capillarnetz über die Mittellinie hinaus ausbreiten; allein auch solche mediane Capillaranastomosen sind nur an wenigen Stellen des Centralnervensystems reichlich vorhanden.

5. Pathologisch-anatomische Veränderungen am Grosshirne.

Diejenigen Lebensäusserungen, welche im Gegensatze zu den reflectorischen Vorgängen sich vor unserem Bewusstsein abspielen, bedürfen zu ihrem normalen Ablaufe der Integrität der Grosshirnrinde, respective eines Theiles derselben. Alle jene Erkrankungen, in denen Bewusstseinstrübungen, intellectuelle Störungen, die nicht rasch vorübergehend sind, auftreten, lassen einen krankhaften Vorgang in der Grosshirnrinde voraussetzen. — Es wurde aber schon früher bemerkt, dass uns viele dieser pathologischen Veränderungen noch entgehen, da wir keineswegs über die Mittel zur erschöpfenden Erforschung der normalen Structurverhältnisse (namentlich der wichtigsten Elemente, der Nervenzellen) verfügen. Wir werden daher häufig einen negativen Befund verzeichnen müssen, wo wir doch alles Recht hätten, demonstrirbare Alterationen an den Geweben zu erwarten. Immerhin schmilzt die Anzahl dieser sogenannten functionellen Erkran-

kungen immer mehr zusammen. Dies gilt für das ganze Nervensystem und daher auch für die Hirnrinde. Wir können aber hier nur die wichtigsten jener pathologischen Vorkommnisse besprechen, die an der Grosshirnrinde bisher zur Beobachtung gelangt sind.

Bei Idioten dürfte man wohl von vornherein auf sehr auffällige Structurveränderungen in der Hirnrinde gefasst sein, doch sind die bisherigen Untersuchungsergebnisse noch wenig befriedigend. Mehrmals fand man abnorme Lagerung der Pyramidenzellen, so dass deren Spitzenfortsatz seitlich oder selbst gegen die Marksubstanz hin gerichtet war *(Betz, Köster)*; auch sollen sich in den oberen Rindenschichten viele Zellen finden, welche auf einem embryonalen Entwickelungszustande zurückgeblieben sind *(Bevan-Lewis)*. In Fällen von Mikrogyrie sollen namentlich die Riesenzellen oft fehlen.

In der senilen Atrophie treten nachstehende Veränderungen ein *(Kostjurin)*:

1. Pigmentös-fettige Degeneration vieler Nervenzellen, vielleicht auch Vacuolenbildung.

2. Geringere Anzahl der Markfasern in allen Schichten der Rinde.

3. Atherom der Blutgefässe, sowie bindegewebige Wucherung der Gefässwandung bis zur Obliteration.

4. Geringe Verdichtung des Bindegewebes.

5. Amyloidkörperchen an der Peripherie der Hirnrinde.

Ziemlich ähnlich, von den Amyloidkörperchen abgesehen, verhält sich die Hirnrinde in manchen anderen langsamen atrophischen Processen, z. B. beim einfachen chronischen Blödsinn.

Nach Verlust eines Gliedes in früher Kindheit (Amputation oder auch nur atrophische Paralyse) trifft man oft auch Veränderungen in der motorischen Region der contralateralen Hemisphäre. Die betreffenden Hirnwindungen erscheinen verschmälert, die Anzahl der Ganglienzellen ist auffällig vermindert *(Sibut)*; es handelt sich dabei selbstverständlich um eine rein functionelle Atrophie. Aehnlich ist die atrophische Verschmächtigung der oberen Temporalwindungen bei angeborener Taubheit.

Ein anderes Bild erhalten wir bei der Dementia paralytica. Während in den bisher besprochenen Formen eine einfache, primäre Atrophie vorlag, haben wir es hier mit einer sklerosirenden Atrophie zu thun; das Wesentliche des Processes ist eine diffuse, primäre Sklerose der Hirnrinde, die ebenfalls zur Atrophie führt und vorzüglich am Stirnhirne zum Ausdruck gelangt. Eingeleitet wird diese Sklerose durch einen Reizzustand, daher auch der Ausdruck Periencephalitis chronica gerechtfertigt erscheint; nur kann man durch

diese Bezeichnung leicht dazu verleitet werden, das Schwergewicht der Erkrankung in die Meningen zu verlegen, welche aber thatsächlich dabei blos eine secundäre Rolle spielen.

In den sehr acut verlaufenden Fällen, in denen wir noch ein früheres Stadium des Processes zu Gesicht bekommen, fällt die grosse Menge von lymphoiden Körperchen in der Umgebung der Gefässe und in der ganzen Hirnrinde auf. Diese Zellen stammen jedenfalls grösstentheils aus dem Blute, gelangen als Wanderzellen in das Grundgewebe der Rinde und gestalten sich hier zu Spinnenzellen um; vielleicht aber liefern auch die normalerweise in der Hirnrinde vorhandenen Spinnenzellen durch Proliferation weiteres Material. In der Wucherung dieser dem Bindegewebe angehörigen Zellen haben wir die Ursache der Sklerose zu sehen. Sobald aber diese Zellen mit ihren zahlreichen Fortsätzen immer mehr Raum für sich beanspruchen und dabei die normalen nervösen Gewebselemente umklammern und erdrücken, müssen letztere atrophiren. Wir finden demnach in den älteren Fällen nicht blos Degeneration der Nervenzellen (vorzüglich fettig-pigmentöse Degeneration, auch Sklerose der Zellen, Erweiterung der pericellulären Räume), sondern ganz besonders eine Verminderung der markhaltigen Nervenfasern *(Tuczek)*. Dieser Faserschwund schreitet meist von aussen nach innen vorwärts, und ist daher in der Regel, in der äussersten Schichte, an den tangentialen Randfasern, am meisten ausgesprochen, während in der senilen Atrophie die Anzahl der Markfasern in allen Schichten ziemlich gleichmässig und in geringerem Grade abnimmt. Zunächst gehen die eigentlichen intracorticalen Markfasern zugrunde; die radiär einstrahlenden Bündel werden erst in zweiter Linie betroffen. Am deutlichsten und am constantesten zeigen sich nach *Tuczek* die Windungen an der Orbitalfläche des Stirnlappens vom Faserschwunde betroffen (namentlich zunächst der Medianspalte), ferner die Insel und die linke untere Stirnwindung; die übrigen Stirnwindungen, der Gyrus fornicatus und die obere Schläfenwindung sind ebenfalls häufig erkrankt. Alle anderen Theile der Rinde sollen die Faseratrophie nur ausnahmsweise und in geringem Grade, oder gar nicht (Occipitallappen, Lobulus paracentralis) erkennen lassen. Doch kann ein beträchtlicher Faserschwund ausser in der Dementia paralytica und der senilen Atrophie auch in anderen Zuständen, z. B. in allen übrigen Formen der Dementia *(Kéraval)*, bei lange dauernder Epilepsie *(Zacher)* angetroffen werden; er dürfte die Folge eines neuritischen Processes sein; die erkrankenden Nervenfasern erscheinen erst stark varicös, wie aufgequollene, kurz abgebrochene, in Körnchenkugeln und Detritusmasse eingebettete Fasern *(Greppin)*. Auch hypertrophisch angeschwollene

Axencylinder findet man in der Hirnrinde paralytischer Personen *(Pick)*.

Es können sich übrigens ausserdem noch mancherlei Verschiedenheiten in dem pathologisch-anatomischen Bilde der meistens merklich verschmälerten Grosshirnrinde bei der Dementia paralytica finden; daher kommt es auch, dass die Darstellungen, welche die verschiedenen Forscher geliefert haben, sehr voneinander differiren.

Es wäre aber irrig, wenn man die anatomischen Veränderungen der Dementia paralytica ausschliesslich in der Hirnrinde suchen wollte. Abgesehen von vielem Anderen sei auf den beträchtlichen Faserschwund hingewiesen, den das Grosshirnmark erkennen lässt. Dabei können bestimmte Faserarten ganz besonders afficirt, andere mehr oder minder vollständig verschont geblieben sein; so trifft man beispielsweise mitunter bei diffusem Markschwunde die kurzen Bogenbündel ganz intact *(Friedmann)*. Im Sehhügel fand *Lissauer* häufig eine Anzahl kleiner, sklerotischer Herde.

Es ist eine Reihe von Fällen veröffentlicht worden, in welchen sich innerhalb der Hirnrinde Lücken oder wirkliche Cysten mit Wandungen fanden; häufig handelte es sich dabei um Gehirne von an Dementia paralytica verstorbenen Personen. Die Entstehungsursache dieser Hohlräume ist aber nicht für alle Fälle identisch. Sehr häufig gehen sie von den Gefässen, d. h. von den adventitiellen oder perivasculären Räumen aus; es geschieht aber auch, dass eine parenchymatöse, circumscripte Entzündung den Gewebsschwund bedingt. In letzteren Fällen erscheint die Hirnrinde schon von aussen höckerig geschrumpft, am Durchschnitt löcherig; man kann dann ein loses bindegewebiges Netzwerk durch die Höhlen, namentlich an ihren peripheren Theilen, ausgespannt finden, in welchem noch wenige wohlerhaltene markhaltige Nervenfasern verlaufen *(J. Hess)*. Den erkrankten Rindenstellen entsprechend, sieht man einzelne degenerirte Markbündel in die Tiefe ziehen (Fig. 173).

Blutungen innerhalb des Grosshirns sind äusserst häufig; capilläre Blutungen werden namentlich in der Hirnrinde angetroffen; diese Blutungen können so zahlreich und dicht nebeneinander sein, dass die Hirnrinde in grösserer Ausdehnung braunroth gefärbt erscheint. Verschiedenartige Erkrankungen der kleinen intracerebralen Gefässe pflegen die Ursache für die Ruptur abzugeben; namentlich wichtig erscheint das Verhalten der Muscularis (fettige, granulöse Entartung u. a.); auch durch pathologische Processe, welche die Intima betreffen, kann eine Hämorrhagie bedingt werden, so z. B. häufig durch atheromatöse Auflagerungen, welche losgelöst und fortgeschwemmt werden, eine Embolie erzeugen und dadurch die Gefäss-

zerreissung hervorrufen können. Sehr häufig, aber nicht immer finden sich in der Umgebung grösserer Apoplexien miliare Aneurysmen. Jede Blutung, ob sie gross oder klein ist, wird sich zunächst unter sonst gleichen Umständen in jener Richtung ausbreiten, wo der geringste Widerstand herrscht. Alte apoplektische Herde gestalten sich zu apoplektischen Cysten oder apoplektischen Narben um.

Neubildung von Gefässen feinsten Calibers will man mitunter in der Dementia paralytica gesehen haben (vgl. pag. 192).

Die Herde der disseminirten Sklerose finden sich zwar überall im Gehirn, allein nirgends so häufig und so ausgedehnt wie an den Wandungen der Seitenventrikel; mitunter sieht man die bräunlich-gelatinöse Entartung fast von dem gesammten Ependym des Ventrikels, so weit es über Marksubstanz gelagert ist, ausgehen. In der Rinde sind sie seltener als in der Marksubstanz. Als Miliarsklerose des Gehirns bezeichnet *Gowers* das Vorkommen kleinster sklerotischer Herde, welche reihenweise in der tiefsten Rindenschichte angeordnet sind.

Sehr eigenthümlich ist eine im Bereiche des Ammonshornes besonders ausgesprochene Sklerose, wobei dasselbe knorpelhart wird und bedeutend schrumpft. Diese Sklerose findet sich fast nur bei Epileptikern, und zwar entweder einseitig oder beiderseitig (in mehr als der Hälfte aller Epileptiker, *Pfleger*). Eine genauere Untersuchung der Gehirne Epileptischer lässt aber häufig im Bereiche der gesammten Grosshirnrinde eine solche durch Bindegewebswucherung bedingte leichte Sklerose erkennen (*Chaslin*).

Eine diffuse Sklerose des Gehirns, die auf Wucherung des interstitiellen Bindegewebes wenigstens theilweise zurückzuführen ist, kann sich nahezu gleichmässig über beide Hemisphären erstrecken; dieselben erhalten dann eine lederharte, mitunter fast knorpelartige Consistenz. Diese Form der Sklerose ist selten, vielleicht noch am häufigsten bei idiotischen Kindern.

Entzündliche Vorgänge im Gehirne können verschiedene Ursachen haben. Jene Form der Encephalitis, welche zur Abscessbildung führt, ist meist durch Traumen oder durch Weiterleitung von anderen benachbarten Eiterherden her bedingt (namentlich Caries des Felsenbeines); auch metastatische Abscesse von entfernten Erkrankungsstellen her, vorzüglich bei Lungengangrän, sind nicht selten. Bei Pyämie, namentlich puerperaler (*Rokitansky*), kommt es zuweilen zu zahlreichen kleinen, hanfkorn- bis bohnengrossen metastatischen Eiterherden im Gehirne. Die embolischen und thrombotischen Erweichungen pflegt man ebenfalls den entzündlichen Vorgängen im Gehirne anzureihen. Es wurde bereits (pag. 194) angegeben, welche

verschiedenartigen Körper zur Embolisirung der kleinen Hirnarterien führen können. In manchen acuten Infectionskrankheiten, z. B. Milzbrand, Variola haemorrhagica, treten mitunter sehr zahlreiche Blutungen in der Hirnsubstanz und der Pia mater auf; dieselben sind wahrscheinlich durch Anhäufung der Infectionsträger in den kleinen Gefässen und dadurch erzeugte Embolie bedingt.

Es kommen aber hier weiterhin auch die grossen Gefässe der Basis, soweit sie in der Pia ausserhalb der eigentlichen Gehirnsubstanz verlaufen, in Betracht, bei deren Verstopfung andere Momente die Hauptrolle spielen. Die Emboli für diese grösseren Gefässe stammen meist aus dem linken Herzen oder der Aorta; die Thrombosirung ist in der Regel durch atheromatöse Arteriosklerosis oder



Fig. 173. Encephalitische Cysten der Grosshirnrinde mit secundären Degenerationen im Marke. Weigertfärbung. Vergr. 4.

durch syphilitische Endarteritis hervorgerufen. In jenen Gebieten des Gehirns, wo in Folge des aufgehobenen Blutkreislaufes eine Nekrose des Nervengewebes eintritt, kommt es häufig wie bei der rein entzündlichen Form, zu sehr zahlreichen capillären Hämorrhagien (rothe Erweichung), später wird der Blutfarbstoff von den massenhaften Fettkörnchenzellen aufgenommen (gelbe Erweichung), mitunter aber ist eine Färbung des Herdes durch Blutfarbstoff nicht zu bemerken (weisse Erweichung); dann sind aber die Fettkörnchenzellen meist mehr oder minder vollgepfropft mit den Trümmern des Nervenmarkes. Erweichungsherde in der Rinde, die sich noch bis ins Mark hinein erstrecken können, findet man häufig bei der Meningitis tuberculosa unter besonders stark erkrankten Piastellen.

Tumoren des Gehirns sind sehr häufig; theils gehen sie von den Hirnhäuten aus, theils entwickeln sie sich im Inneren der Gehirnsubstanz. Der Nervensubstanz eigenthümlich ist das Gliom; die zahl-

reichen, in eine spärlich körnige Grundsubstanz eingebetteten, rundlichen oder verästigten Gliomzellen entwickeln sich hauptsächlich aus den normalen Bindegewebszellen (Gliazellen) der Hirnsubstanz; an deren Bildung können sich aber wahrscheinlich auch die Nervenzellen betheiligen *(Fleischl, Klebs)*. Gummata und solitäre Tuberkel sind sehr häufig, Cylindrome seltener; Sarkome der verschiedensten Art, auch Melanosarkome kommen öfter zur Beobachtung; letztere sind aber so wie die Carcinome wohl niemals primär im Gehirne entstanden. Myxome wurden wiederholt im Gehirne (in der Gehirnsubstanz selbst oder vom Ependym ausgehend in den Ventrikeln) gesehen, ebenso auch Osteome; im Ventrikelependym trifft man nicht gar selten Sandkörperchen, welche gelegentlich kleine Psammome bilden können. Metastatische Tumoren im Gehirne entwickeln sich mit besonderer Vorliebe nach entsprechenden Erkrankungen der Lunge.

Das Gehirn kann als Prädilectionsstelle für die Invasion des Cysticercus cellulosus angesehen werden. Fast immer gehen sie von der Pia mater aus und sitzen oft in grosser Anzahl an und in der Hirnrinde. In den Hirnventrikeln kommen mitunter freie Cysticerken vor, die dann Veranlassung geben können zur Entstehung von Hydrocephalus internus, von Erweichung oder Granulation des Ependyms. Sehr selten sind Echinococcusblasen und Dermoidcysten im Gehirne.

Nicht als Tumoren darf man die mitunter in die Marksubstanz eingesprengten Häufchen grauer Substanz auffassen, welche in ihrem feineren Bau den benachbarten grauen Centralmassen oder der Grosshirnrinde ähnlich sind. Sie sind als Heterotopien bekannt, im Kleinhirne viel häufiger und immer auf Entwickelungsstörungen zurückzuführen.

Meynert Th., Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten. Vierteljahrsschr. f. Psychiatrie 1867. *Stricker* und *Unger*, Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde. Wien. Sitzber. 1875. *Lewis* and *Clarke*, The cortical lamination of the motor area of the brain. Proc. Roy. Soc. 1878. *Lewis Bew.*, Researches on the comparative structure of the Cortex cerebri. Phil. Trans. 1880. *Lewis B.*, A textbook of mental diseases. London 1889. *Betz*, Anatom. Nachweis zweier Gehirncentra. Med. Centralblatt 1874. *Seppilli*, Sulla struttura istologica della corteccia del cervello. Riv. filos. 1881. *Koschewnikoff*, Axencylinderfortsatz der Nervenzellen. Arch. f. mikrosk. Anat. VI. Bd. *Rindfleisch*, Zur Kenntniss der Nervenendigungen in der Hirnrinde. Arch. f. mikr. Anatomie VIII. Bd. *Major C. Herb.*, The histology of the island of Reil. Monthl. mikrosc. Journ. 1877. *Exner*, Zur Kenntniss vom feineren Baue der Grosshirnrinde. Wien. Sitzber. 1881. *Tuczek*, Ueber die Anordnung der markhaltigen Nervenfasern in der Grosshirnrinde. Neurol. Centralblatt 1882. *Kéraval* et *Targoula*, Fibres nerveuses à myéline intracorticales du cerveau. An. médico-psychol. 1890. *Flechsig*, Ueber eine neue Färbungsmethode. Arch. f. An. und Phys. Phys. Abth. 1889. *Martinotti*, Sulla struttura del nastro di *Vicq d'Azyr* 1887. *Martinotti*, Beitrag zum Studium der Hirnrinde. Int. Monatschr. f. Anat. VII. Bd. *Möller J.*, Ueber eine Eigenthümlichkeit der

Nervenzellenfortsätze in der Grosshirnrinde. Anat. Anzeiger 1889. *Mondino C.*, Ricerche sui centri nervosi. Torino 1887. *Honegger*, Vergl. anat. Unters. über den Fornix. Rec. zool. suisse V. *Sala*, Zur feineren Anatomie d. Seepferdefusses. Zeitschr. f. w. Zool. 52. *Edinger*, Unters. über d. vergleich. Anatomie des Gehirns, I. Das Vorderhirn. Frankfurt 1888. *Kowalewskaja*, Beitr. zur vergleich. mikrosk. Anatomie der Hirnrinde. Dissertation Bern 1886. *Fuchs S.*, Zur Histogenese der menschlichen Grosshirnrinde. Wien. Sitzber. 18. Bd. *Lemos*, Histologie de la région psychomotrice chez le nouveau-né. Porto 1882. *Vignal*, Sur le développement des éléments de la substance grise corticale. Comptes rendus 1886. *Below*, Ueb. d. Ganglienzellen des Geh. bei neugebornen Thieren. Arch. f. An. u. Phys. 1890. *Duret*, Recherches anatomiques sur la circulation du cerveau. Arch. de physiol. 1874. *Heubner*, Die luet. Erkrankungen der Hirnarterien. Leipzig 1874. *Köster*, Ein Beitrag zur Kenntniss der fein. pathol. Anatomie der Idiotie. Neurol. Centralbl. 1889. *Kostjurin*, Die senilen Veränderungen d. Grosshirnrinde. Wien. med. Jahrb. 1886. *Sibut*, De l'atrophie cérébrale. Paris 1890. *Obersteiner*, Zur pathol. Anatomie d. paral. Geisteskrankheit. Virchow's Arch. 52. Bd. *Tuczek*, Beitr. z. patholog. Anatomie der Dementia paralytica. Berlin 1884. *Fischl*, Die progressive Paralyse. Zeitschr. f. Heilk. 1888. *Targowla*, Les fibres nerveuses intracorticales. Thèse de Paris 1890. *Zacher*, Ueb. d. Verhalten der markh. Fasern in der Hirnrinde. Arch. f. Psych. 18. Bd. *Zacher*, Ueber drei Fälle von progressiver Paralyse. Arch. f. Psych. 19. Bd. *Greppin*, Ein Fall von progressiver Paralyse. Arch. f. Psych. 18. Bd. *Friedmann*, Einiges über Degenerationsprocesse im Hemisphärenmark. Neurol. Centralbl. 1887. *Lissauer*, Zur path. Anatomie d. Paralyse. D. med. Wochenschrift 1890. *Pick*, Zur pathol. Anat. d. progr. Paralyse. Neur. Centralbl. 1890. *Obersteiner*, Ueber Ectasien d. Lymphgefässe des Gehirns. Virchow's Arch. 55. Bd. *Hess*, Zur Degeneration der Hirnrinde. Wien. med. Jahrb. 1886. *Pick*, Ueber cystöse Degeneration des Gehirns. Arch. f. Psych. 21. Bd. *Pfleger*, Beob. über Schrumpfung und Sklerose d Ammonshornes. Allg. Zeitschr. f. Psych. 26. Bd. *Chaslain* in: Féré, Les Epilépsies. Paris 1890. *Hayem*, Les diverses Formes d'encéphalite. Paris 1868.

Anhangsweise sind noch zwei Gebilde zu erwähnen, die wir am Grosshirne antreffen, das Conarium und die Hypophysis.

1. Das **Conarium** (Glandula pinealis, Zirbeldrüse, Epiphysis).

Ihre Verbindung mit dem Gehirne wird hauptsächlich durch einen bilateralen weissen Faserstrang, Zirbelstiel (Pedunculus conarii), hergestellt. Besonders wichtig sind ihre Beziehungen zu der hinteren Commissur (und damit indirect mit dem Oculomotoriuskerne), sowie zu dem centralen Sehapparate. Es ist nämlich nachgewiesen, dass die Zirbeldrüse ein rudimentäres, unpaares, centrales Sehorgan darstellt. Bei vielen Sauriern, namentlich bei Iguana tuberculata und Hatteria punctata, findet sich in der Scheitelgegend unter einer verdünnten und pigmentfreien Hautstelle ein Organ, welches völlig den Bau eines Auges zeigt (Parietalauge, Zirbelauge) und durch einen Nervenstrang mit der Epiphyse zusammenhängt; dieser dem Nervus opticus homologe Strang muss durch eine Oeffnung im Schädel (Foramen parietale) passiren, welche bei den meisten fossilen Amphibien auffallend gross ist. Auch die einheimische Eidechse (Lacerta agilis) lässt übrigens diese Verhältnisse bereits deutlich erkennen.

Die Zirbeldrüse erhält eine umhüllende Kapsel von der Pia mater, welche ins Innere dieses Organes Sepimente mit den Gefässen hineinsendet.

Am Querschnitte erkennt man, dass das Conarium aus einem ziemlich engen Maschenwerke von bindegewebigen Trabekeln besteht; in den einzelnen Alveolen befinden sich zahlreiche Zellen, selten über 20 μ gross. Man muss nach *Bizzozero* zwei Arten von solchen Zellen unterscheiden: die einen sind mehr rundlich, mit zwei bis drei sich rasch verschmälernden und in feinste Aestchen zerfallenden Fortsätzen, die anderen sind spindelförmig mit schärferen, regelmässigeren Contouren; häufig führen sie gelbliche oder rothgelbliche Pigmentkörnchen, ihre Fortsätze sind länger, deutlicher und lösen sich nach und nach in ein feines Netzwerk auf. Beim Pferde findet sich in der Zirbeldrüse besonders reichliches Pigment in Pigmentdrüsen und in epithelialen Zellen *(Flesch)*.

An vielen Zellen aus der Zirbeldrüse kann man übrigens keinerlei Fortsätze erkennen.

Zahlreiche Nervenfasern durchziehen dieses Organ *(Darkschewitsch)*, so dass seine innige Beziehung zum Nervensystem ausser allem Zweifel steht, wenn es auch nicht möglich ist, die nervöse Natur der Zellen nachzuweisen.

In der Zirbeldrüse des Erwachsenen finden sich endlich sehr häufig Concremente von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke (Hirnsand, Acervulus). Es sind dies geschichtete Körperchen, welche sich zu maulbeerförmigen Gestalten aneinanderlegen und auch grosse Gruppen bis zu Hanfkorngrösse bilden können. Aber auch langen, stäbchen- oder keulenförmigen, oder verästigten Verkalkungen der Bindegewebsbalken kann man im Conarium begegnen. Bei den Thieren scheinen diese Verkalkungen zu fehlen; beim Pferde sollen sie durch feinste Körnchen von phosphorsaurem Kalke ersetzt werden *(Faivre)*.

2. Die **Hypophysis** (Glandula pituitaria, Hirnanhang, Colatorium).

Es ist dies ein etwa bohnengrosser, in sagittaler Ausdehnung etwas kürzerer Körper, welcher durch das Infundibulum mit dem übrigen Gehirne zusammenhängt.

Ein sagittaler oder horizontaler Schnitt durch die Hypophyse lehrt, dass dieser anscheinend einfache Körper aus zwei Abtheilungen besteht, nämlich aus dem grösseren, etwa herzförmigen Vorderlappen (Epithelialtheil, eigentliche Hypophyse) und aus dem kugeligen Hinterlappen (Hirntheil, Lobus infundibuli, Trichterlappen).

Der Vorderlappen wird zunächst zusammengesetzt aus zahlreichen netzartig gruppirten, sehr dünnwandigen Drüsenschläuchen, in

denen man zwei Arten von Zellen unterscheiden kann; die grösseren von ihnen färben sich mit Hämatoxylin intensiver als die kleineren *(Flesch)*. Zwischen den Drüsenschläuchen verlaufen zahlreiche weite Blutgefässe, deren Wandungen ebenfalls auffallend zart sind. Eine Anzahl von Drüsenschläuchen kriecht an der vorderen Wand des Infundibulums gegen die Hirnbasis hinauf.

Ein nach hinten concaver Spalt trennt nicht die beiden Lappen der Hypophyse voneinander, sondern fällt noch vollständig in den Epithelialtheil.

Sowohl in den Drüsenfollikeln als auch im Inneren der Blutgefässe des Vorderlappens findet man häufig Colloidsubstanz, nicht selten auch im interfolliculären Bindegewebe, woselbst es dann zur Bildung grösserer Colloidcysten kommen kann.

Diese Räume im Bindegewebe sollen Lymphräume sein *(Pisenti* und *Viola)*; auch soll bei Struma eine Vermehrung der Colloidmassen in der Hypophyse vorhanden sein.

Der Vorderlappen entsteht aus einer Ausstülpung der Mundschleimhaut und ist demnach den Drüsen der Mundhöhle homolog.

Der Hinterlappen hingegen muss als ein wirklicher Bestandtheil des Gehirns angesehen werden. Man findet daselbst Faserbündel, welche sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen und deren histologische Stellung noch zweifelhaft erscheint. Die meisten dieser Fasern zeigen langgestreckte, spindelförmige Anschwellungen mit länglichen Kernen, und werden dadurch glatten Muskelfasern nicht unähnlich. Neben zahlreichen kleinen Zellen sind auch einzelne grössere, pigmentführende anzutreffen; letztere kann man wohl als mangelhaft entwickelte Nervenzellen ansehen. Markhaltige Nervenfasern fehlen jedenfalls vollständig, wahrscheinlich auch marklose. Die Gefässe des Hirntheiles sind wenig zahlreich, meist capillaren Calibers.

Leydig, Das Parietalorgan d. Amphibien und Reptilien. Abh. d. Senkenb. Gesellsch. 1890. *Gromel*, La glande pinéale. Gaz. hebd. de Montpellier 1887. *Faivre*, Etude s. l. Conarium Ann. d. Sc. natur. 1852. *Bizzozero*, Beitr. zur Kenntnis d. Baues der Zirbeldrüse. Med. Centralbl. 1871. *Cionini*, Sulla struttura della ghiandola pineale. Riv. sperim. XII. *Hagemann*, Ueber d. Bau des Conariums. Arch. f. Physiol. 1872. *Darkschewitsch*, Anatomie d. Glandula pinealis. Neur. Centralblatt 1886. *Pisenti* und *Viola*, Beitrag zur Histologie der Hypophyis. Med. Centralbl. 1890. *Luschka*, Hirnanhang und Steisdrüsse. Berlin 1860. *Lothringer*, Unters. ü. d. Hypophyse einiger Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. 28. Bd.

SIEBENTER ABSCHNITT.

Die Hüllen des Centralnervensystems.

Das gesammte Centralnervensystem wird von einer dreifachen fibrösen Bekleidung eingehüllt.

Die äusserste Membran, die Dura mater (Fig. 174, *D*), legt sich im Bereiche der Schädelhöhle dem Knochen fest an, auch innerhalb des Wirbelcanals steht sie weit vom Rückenmarke ab; die innerste Membran, die Pia mater *(P)*, schmiegt sich hingegen aufs innigste der nervösen centralen Masse an. — Die mittlere Haut, die Arachnoidea *(A)*, nähert sich überall der Dura meist bis zur Berührung, ist aber mit ihr nur durch wenige Bindegewebsfäden verbunden; hingegen wird sie mit der Pia mater, von der sie sich häufig weit entfernt, durch äusserst zahlreiche Verbindungsfäden, -Balken und -Platten (subarachnoidales Gewebe), namentlich im Bereiche des Gehirns derart dicht verknüpft, dass man Arachnoidea und Pia häufig als eine einzige Membran zusammenfasst.

Durch die genannten drei Hirnrückenmarkshäute werden zwei Räume abgeschlossen, der Subduralraum (Arachnoidalsack) zwischen Dura und Arachnoidea (Fig. 174, *sd*), und der Subarachnoidalraum zwischen Arachnoidea und Pia mater *(sa)*.

Der Subduralraum ist in Folge des engen Anliegens der Arachnoidea an die Dura ein enger Spaltraum, in welchem nur sehr spärliche Flüssigkeit vorhanden ist. Durch die Untersuchungen *Schwalbe's* erscheint die Bedeutung des Subduralraums als Lymphraum erwiesen. Farbige Massen, zwischen Dura und Arachnoidea injicirt, dringen in die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses und in die Glandulae lymphaticae lumbales, ferner in die subduralen Räume der Nervenwurzeln. Besonders ist von letzteren zu bemerken, dass sich auf diesem Wege Lymphräume in der Geruchschleimhaut, im Ohrlabyrinth und im Bulbus oculi (Perichoroidalraum) füllen. Beim Menschen scheinen nicht alle diese Abflusswege zu bestehen; namentlich konnte die directe Verbindung mit den Lymphbahnen des Halses nicht nach-

gewiesen werden. Eine directe Communication zwischen Subdural- und Subarachnoidalräumen ist nicht vorhanden *(Merkel)*.

Der Subarachnoidalraum besteht in Folge der Configuration des Gehirns aus einer beträchtlichen Anzahl kleinerer und grösserer Räume, die alle untereinander und andererseits durch das Foramen Magendi und die Aperturae laterales ventriculi quarti mit den Ventrikeln des Gehirns communiciren.

Merkel sowie *Mierzejewsky* halten daran fest, dass auch im Bereiche des Unterhornes ein Communicationsspalt zwischen Ventrikel und Subarachnoidalraum besteht (vgl. pag. 72).

In den Subarachnoidalräumen und in den Ventrikeln circulirt die Cerebrospinalflüssigkeit (Liquor cerebrospinalis); sie findet ihren weiteren Abfluss zunächst in den Lymphbahnen der peripheren Nerven (vorzüglich Nervus opticus und Nervus acusticus) und der Nasenschleimhaut *(A. Key* und *Retzius*, *Fischer)*; ausserdem aber stehen die Subarachnoidalräume durch die Arachnoidalzotten (pag. 486) auch mit den venösen Sinus der Dura mater in Zusammenhang.

Als epicerebralen Lymphraum *(ec)* bezeichnet man einen, das gesammte Gehirn umgebenden Spaltraum zwischen der Unterseite der Pia und der Oberfläche des Gehirns.

A. Die Dura mater

(derbe, harte Hirn- und Rückenmarkshaut, Meninx fibrosa, Faserhaut des Gehirns und Rückenmarks, *μήνιγξ παχεῖα***).**

Wir unterscheiden eine Dura mater cerebralis und eine Dura mater spinalis. — Erstere liegt im Bereiche der Schädelkapsel der Innenfläche der Schädelknochen überall, mit Ausnahme von später zu besprechenden Fortsetzungen, enge an, letztere besteht aber aus zwei Blättern, von denen das äussere, dünne als Periost des Wirbelcanals, das innere als Dura mater spinalis im engeren Sinne aufzufassen ist. Zwischen diesen beiden Blättern, die sich in der Gegend des Foramen occipitale zur Dura cerebralis vereinigen, sind hauptsächlich Venenplexus und lockeres Fettgewebe (epidurales Gewebe) eingelagert.

Die Dura mater cerebri stellt eine derbe, fibröse, weissliche Membran dar, welche ins Innere des Schädelraumes mehrere Fortsetzungen hineinsendet: Die Falx cerebri (grosse Hirnsichel, Processus falciformis major), das Tentorium cerebelli (Kleinhirnzelt) und die unbedeutende Falx cerebelli (Kleinhirnsichel, Processus falciformis minor).

Zur Bildung der in der Dura verlaufenden venösen Sinus, sowie der später zu besprechenden venösen Lacunen spaltet sich die Dura

in zwei Blätter, in ein parietales und in ein viscerales; das gleiche findet an den Stellen statt, wo nervöse Gebilde, wie der Stamm des dritten, vierten und sechsten Gehirnnerven oder das Ganglion Gasseri des Nervus trigeminus (im Cavum Meckelii), in die Substanz der Membran eingebettet sind.

Es würde zu weit führen, hier in die grob anatomischen Verhältnisse der Dura mater näher einzugehen. Doch muss darauf hingewiesen werden, dass jederseits der Mittellinie, neben dem Sinus longitudinalis superior (Fig. 174, *Sls*), eigenthümliche Hohlräume (Parasinoidalräume, Lacunae venosae laterales *Ps*) in der Dura mater angetroffen werden, in welche die oberen Hirnvenen *(V)* einmünden.

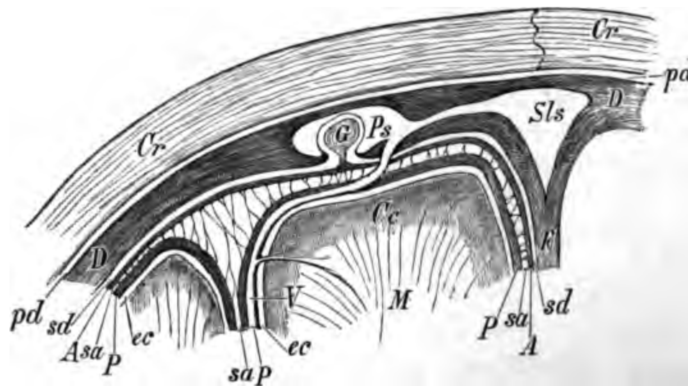


Fig. 174. Schema der Hirnhäute. *Cr* Knochen des Schädeldaches, *pd* **Periduralraum**, *D* Dura mater, *F* Falx cerebri, *sd* Subduralraum, *A* Arachnoidea, *sa* **Subarachnoidalraum**, *P* Pia mater, *ec* Epicerebralraum, *Cc* Hirnrinde, *M* **Hirnmark**, *Sls* **Sinus longitudinalis superior**, *Ps* Parasinoidalraum, *G* Glandula Pacchioni, *V* Vene der Pia mater.

An die Innenseite der Dura spinalis setzen sich in continuirlicher Reihe 20 bis 23 dreieckige, bindegewebige Fortsätze an; sie gehen an der Seitenfläche des ganzen Rückenmarkes von der Pia mater mit breiter Basis ab und inseriren sich mit ihrer Spitze an die Dura (Ligamentum denticulatum).

Einzelne sehr kurze bindegewebige Verbindungsfäden führen auch von der Dura cerebralis zur Arachnoidea; so ist beispielswe eine derartige constante Verbindungsbrücke vorhanden, welch einer Stelle zwischen vorderem und mittlerem Drittheil d Arachnoidea hinübergespannt ist.

Sowohl die spinale, wie die cerebrale Dura tretenden Nervenwurzeln fibröse Scheiden, Du scheide des Nervus opticus hängt einerseit

Knochen der Orbita zusammen, andererseits geht sie in die Sklera über. — Am caudalen Ende des Rückenmarkes bildet die Dura spinalis eine Scheide um das Filum terminale und verschmilzt schliesslich mit dem Perioste des Steissbeines.

Es lässt sich an der parietalen wie an der visceralen Oberfläche der Dura mater ein Endothelüberzug nachweisen (Fig. 175). Zu dessen Darstellung empfiehlt sich die Dura junger, eben getödteter Thiere; man breitet die Membran über eine convexe Glas- oder Porzellanfläche glatt aus und lässt eine 0·2- bis 0·5procentige Lösung von salpetersaurem Silberoxyd durch mehrere Minuten einwirken. Hierauf wird das Präparat in destillirtem Wasser sehr gut abgespült und in Glycerin oder, nach vorheriger Entwässerung und Aufhellung, in Damarlack aufgehoben.



Fig. 175.

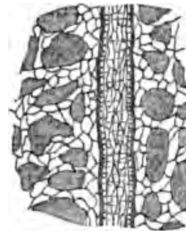


Fig. 176.

Fig. 175. Endothel von der Innenfläche der Dura mater des Meerschweinchens. Silberfärbung. Vergr. 400.

Fig. 176. Dura mater des neugeborenen Hundes. Silberpräparat. Vergr. 200.

Die Grenzen der Endothelzellen werden, nachdem das Licht **einige Zeit eingewirkt hat,** deutlich; zwischen letzteren erscheinen auch einzelne kleine dunkle Felder, die wohl als Stigmata aufgefasst werden müssen.

Die eigentliche Grundsubstanz der Dura mater wird von einem derbfaserigen Bindegewebe mit nicht vielen elastischen Fasern dargestellt. Neben den gewöhnlichen zelligen Elementen des Bindegewebes sollen sich in der Dura mater zahlreiche *Waldeyer*'sche Plasmazell[illegible]sere Bindegewebszellen mit viel grobkörnigem Protoplas[illegible]en.

Be[illegible]itere Präparation erkennt man mit freiem Auge, di[illegible]fässe der Dura näher der äusseren, parietalen [illegible]n [illegible]; hat man aber eine möglichst dünne ma[illegible]er[illegible]en angegeben, mit Silber imprägnirt, h[illegible]d[illegible]ie Einwirkung des Silbers etwas

länger gedauert hat, dass hier ganz eigenthümliche Gefässverhältnisse obwalten (Fig. 176).

Zunächst sind es die Arterien, die ins Auge springen; die Grenzlinien des Endothels, sowie auch die Kittsubstanz zwischen den Ringmuskeln der Media heben sich deutlich hervor. — Ausserdem bemerkt man aber beiderseits neben der Arterie schöne Endothelzeichnungen; diese gehören Räumen an, welche mit einer geradlinigen Wand der Arterie anliegen, während sie nach der Seite hin zahlreiche unregelmässige Nebenäste aussenden; letztere verbinden sich wieder untereinander und stellen so ein eigenthümliches Maschenwerk communicirender weiter Spalträume dar. Solche Verbindungsäste übersetzen nicht selten auch die Arterie.

Die Bedeutung dieser Spalträume ist noch strittig; sie sind vom Blutgefässsysteme aus mehr oder minder leicht zu injiciren, mitunter kann man auch Blutkörperchen in ihnen finden; dennoch darf man sie nur als einen eigenthümlichen Appendix des Blutgefässsystems — nicht als wirkliche Venen — ansehen; denn normalerweise circulirt in ihnen kein Blut. In diesem Falle müsste die Dura eines lebenden Thieres dunkelviolett gefärbt erscheinen, so dicht ist dies Netz. Es mag angenommen werden, dass sie vermittelst der an der visceralen Durafläche nachweisbaren Stigmata mit dem Subduralraume communiciren und andererseits sich auch in das eigentliche Blutgefässsystem eröffnen.

Nach *Langer* finden sich in der Dura mater directe Uebergänge feiner Arterien in bei weitem dickere Venen vermittelst konischer, von den Venen abgehender Zapfen, deren Spitzen die feinen arteriellen Zweigchen aufnehmen.

Die Nerven der Dura mater sind nicht sehr zahlreich, doch besitzt sie ausser solchen, die sie blos durchsetzen, und anderen, die für ihre Gefässe bestimmt sind, ein eigenes Netz markloser Nervenfasern; die Frage, ob die Dura mater empfindlich sei, muss ja jetzt unbedingt bejaht werden.

Die wichtigsten **krankhaften Veränderungen** an der Dura mater sind folgende:

An der normalen Dura, besonders älterer Personen, findet man nicht selten concentrisch geschichtete, glänzende, einen Durchmesser von 80 μ selten übersteigende, mit einer mehrfachen bindegewebigen Lage umzogene Sandkörper oder corpuscula arenacea (Fig. 177), die aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke bestehen und sich, besonders wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, schon beim Anfühlen der visceralen Oberfläche der Dura bemerkbar machen. — Ihr Lieblingssitz ist die Dura mater der Basis, namentlich am Clivus;

auch pflegen in sehr vielen Tumoren der Dura einzelne Sandkörper zerstreut vorzukommen. In excessiver Weise vermehrt, bilden sie Sandgeschwülste, Psammome. Diese besitzen meist ein mächtiges, kernreiches Bindegewebsgerüste, in welchem runde, maulbeerförmige oder langgestreckte Sandkörper in grösserer Anzahl eingelagert sind. Es kann aber das Grundgewebe auch durch ein Spindelzellensarkom dargestellt sein. In manchen Psammomen findet man weniger freie Kalkkörperchen, als vielmehr verkalkte Bindegewebsbalken oder, wie dies von *Cornil* und *Ranvier* gezeigt wurde, solche Concretionen, welche durch Verkalkung von Gefässen oder von Ausbuchtungen der Gefässe entstanden sind.

Besonders deutlich treten derartige Verkalkungen hervor, wenn man nach der *Weigert*'schen Hämatoxylinmethode färbt.

Verknöcherungen der Dura können unter normalen Verhältnissen vorkommen, wie ja auch einzelne Theile der Dura mater bei vielen Thieren regelmässig verknöchern (die Falx beim Delphin und etwas weniger beim Seehund, angeblich auch beim Ornithorhynchus, das Tentorium bei den Carnivoren, und zwar am meisten bei Katzen und Bären, ferner — wenn auch weniger — beim Pferde, den Pachydermen u. a.). Allerdings sind Knochenneubildungen an der Dura mater bei Geisteskranken, namentlich Epileptikern, häufiger als bei Gesunden gefunden worden; das weibliche Geschlecht ist auffallend seltener betroffen als das männliche. Der Lieblingssitz dieser Knochenstücke, die bis 8 Centimeter im Durchmesser erreichen können, ist die Falx cerebri oder deren nächste Umgebung; die linke Seite ist die bevorzugte.



Fig. 177. Ein Sandkörperchen aus der Dura mater. Vergr. 300.

An der spinalen Dura sind Verknöcherungen ausnehmend selten.

Die Tumoren der Dura mater sind entweder primäre oder metastatische. Die Primärgeschwülste der Dura gehören grösstentheils zur Gruppe der Bindegewebsgeschwülste, sind also meist Fibrome und Fibrosarkome. Auch endotheliale Geschwülste trifft man häufig.

Lipome der Dura mater sind selten. Die reinen oder gemischten Fibrome, namentlich aber die Endotheliome der harten Hirnhaut haben oft die Tendenz, eine alveolare, kugelige Structur anzunehmen (Tumor fibroplasticus). Primäre Tuberculose der Dura mater dürfte überhaupt nicht vorkommen. Als secundäre Geschwülste trifft man vor Allem verschiedenartige Carcinome. In vielen Tumoren der Dura findet man einzelne Sandkörperchen; kommen sie in grösserer Anzahl vor, so erscheint damit der Uebergang zu den früher erwähnten Psammomen gegeben.

Einen entzündlichen Vorgang in der Dura mater bezeichnet man als Pachymeningitis.

Relativ selten ist eine einfache, nicht traumatische oder nicht von anderen Stellen hergeleitete eitrige Pachymeningitis, wobei man die Substanz der Dura — namentlich nahe ihrer Innenfläche — von Eiterkörperchen durchsetzt findet.

Viel häufiger handelt es sich um einen chronischen Process, bei welchem an der Innenseite der Dura eine Pseudomembran (oder Neomembran) erscheint, in welcher meist Blutfarbstoff abgelagert ist, daher man von einer Pachymeningitis interna haemorrhagica (pigmen-

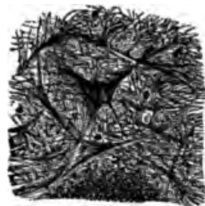


Fig. 178.



Fig. 179.

Fig. 178. Pseudomembran der Dura mater nach einer kleinen Blutung; letztere ist theilweise am unteren Rande des Bildes zu sehen; zwischen den Fibrinfasern vereinzelte Lymphkörperchen. Vergr. 40.

Fig. 179. Neomembran der Dura mater in Folge von Pachymeningitis haemorrhagica. Vergr. 40.

tosa) spricht. Dieser Belag an der Innenseite der Dura kann ein gewöhnlich rostbraun geflecktes, zartes Häutchen darstellen, er kann aber auch durch Uebereinanderlagerung mehrerer solcher Häutchen dicker werden, ja endlich eine mächtige Schwarte von nahezu $^1/_2$ Centimeter Dicke bilden.

Die Processe, welche diesen Belag an der Innenseite der Dura hervorrufen, können zweierlei sein, dementsprechend sind auch diese Membranen verschieden gebaut.

Es kann geschehen, dass aus den Gefässen der Dura mater eine Blutung in den Subduralraum erfolgt und dass diese, häufig sehr geringe Blutung sich gegen die viscerale Seite hin durch Fibringerinnung abkapselt; wir finden dann einen Sack, dessen äussere Wand von der Dura mater, dessen innere von der Fibringerinnung

gebildet wird: Haematoma durae matris. Nach und nach wird der Inhalt dieses Sackes resorbirt, und es bleibt dann an der Innenseite der Dura eine durch Blutfarbstoff gefärbte Pseudomembran, ein rein fibrinöser Belag zurück (Fig. 178).

Die zweite, häufigere und wichtigere Form der Pachymeningitis interna zeigt einen ganz anderen anatomischen Verlauf. — Zuerst entsteht an der Innenfläche der Dura, in Folge von Reizzuständen und wahrscheinlich durch das Auswandern von lymphoiden Zellen aus dieser Membran, ein sehr zarter Belag. Die lymphoiden Zellen beginnen nämlich hier ihre formative Thätigkeit auszuüben, sie bilden eine dünne, als Bindegewebe aufzufassende Membran, und in dieser entstehen Gefässe von weitem Caliber, aber dünnen Wandungen, anfänglich ohne Inhalt von Blut (Fig. 179). Wir haben also dann keine Pseudomembran, sondern eine wohlorganisirte Neomembran vor uns, die aber noch vollkommen frei von rothen Blutkörperchen und Blutfarbstoff überhaupt ist. Erst dadurch, dass diese neugebildeten Gefässe sich mit den Blutgefässen der Dura verbinden und von ihnen gespeist werden, erhält die Neomembran Blut. Diese Verbindungsgefässe sind ebenfalls sehr zart, reissen daher leicht und es kommt dann zu einer Blutung, einem Hämatom, zwischen Dura und Neomembran. Wird später das Blut resorbirt, so deponirt sich der Blutfarbstoff meist als Inhalt runder, ehemaliger lymphoider Zellen an der Neomembran, namentlich zu beiden Seiten ihrer Gefässe. Solche Neomembranen können in mehreren Schichten übereinander liegen (vielleicht gilt das Gleiche auch für die Pseudomembranen der ersten Form von Pachymeningitis) und dadurch Veranlassung geben zur Bildung der oben erwähnten dicken Schwarten. In diesen neugebildeten Auflagerungen der Dura sind Sandkörperchen sehr häufig anzutreffen; Fig. 179 zeigt deren zwei.

Grössere abgekapselte Blutungen, die nicht oder höchstens nur theilweise resorbirt werden, bilden dann dauernde Hämatome.

Den anatomischen Befund der Pachymeningitis interna finden wir am häufigsten bei chronischen Geisteskranken, namentlich in der Dementia paralytica, und bei Alkoholikern. Besonders die erstere Form der Pachymeningitis hämorrhagica ist am häufigsten im höheren Alter, kann aber auch schon bei Kindern im ersten Lebensjahre beobachtet werden (vielleicht durch Trauma bei der Geburt bedingt).

An der ventralen Seite des Cervicalmarkes ist die Dura mater spinalis in der Regel besonders dick; hier kann es aber auch zu einem abnormen Wucherungsprocesse in der Dura kommen, Pachymeningitis cervicalis hypertrophica, die gelegentlich bis zur Compression des Rückenmarkes anwächst *(Joffroy)*.

Derbe, schwartige Verdickung der Dura, wobei der Process auch auf die inneren Hirnhäute und die Rinde übergreifen kann, ist ein häufiger Befund bei Syphilis. Eine derartige Verdickung der spinalen Dura hat dann gleichfalls Compressionsmyelitis zur Folge.

Böhm, Experimentelle Studien über die Dura. Virchow's Arch. 47. Bd. *Michel*, Zur näheren Kenntniss der Blut- und Lymphbahnen der Dura mater. Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1872. *Langer*, Ueber die Blutgefässe der Knochen des Schädeldaches und der harten Hirnhaut. Denkschr. d. k. Akad. zu Wien. 37. Bd. *Alexander*, Bemerkungen über die Nerven der Dura. Arch. f. mikr. Anat. 11. Bd. *Trolard*, De quelques particularités de la Dure mère. Journ. de l'anat. 1890. *Wellenbergh*, Les lacunes veneuses de la dure mère. Bull. soc. med. ment. Gand 1883. *Kaiser*, Ueber die Psammome an der Dura mater. Dissertation Würzburg 1887. *Virchow*, Haemotoma durae matris. Verh. d. med. phys. Gesellsch. zu Würzburg 1856. *Kremiansky*, Ueber die Pachymeningitis int. haemorrh. Virchow's Arch. 42. Bd. *Paulus*, Verkalkung und Verknöcherung des Hämatoms. Dissert. Erlangen 1875. *Bizzozero* und *Bozzolo*, Ueber die Primitivgeschwülste der Dura mater. Wien. med. Jahrb. 1874. *Joffroy A.*, De la Pachyméningite cervicale hypertrophique. Paris 1874.

B. Die Arachnoidea,

Spinnwebenhaut, Meninx serosa, viscerales Blatt der Arachnoidea.

Die Arachnoidea macht die Unebenheiten der Gehirnoberfläche, wie bereits erwähnt wurde, nicht mit, sie liegt vielmehr fast überall der Dura an (auch im Wirbelcanale); sie entfernt sich daher häufig beträchtlich von der Pia mater und ist an solchen Stellen durch entsprechend lange Fädchen, die sich auch zu breiteren Plättchen vereinigen können (Subarachnoidalgewebe) mit ihr verbunden. Dies ist der Fall über allen Furchen des Grosshirns (Fig. 174), ausserdem aber weicht die Arachnoidea an manchen Stellen in weit ausgedehnterem Masse vom Gehirne zurück, so dass sich grosse Räume unter ihr bilden, die man als Subarachnoidalsinus (Cisternae subarachnoidales) bezeichnet.

Zwei solcher Subarachnoidalsinus sind besonders hervorzuheben:

1. Der Sinus subarachnoidalis posterior (Cisterna magna cerebello-medullaris), zwischen dem hinteren Rande des Kleinhirns und dem verlängerten Marke. Die Arachnoidea spannt sich da als ein weiter Schleier vom Oberwurme des Kleinhirns und dem hinteren Theile der dorsalen Kleinhirnoberfläche über die Vallecula zur Medulla oblongata, unterhalb des Calamus scriptorius.

2. Der Sinus subarachnoidalis basalis hat die Gestalt eines fünfstrahligen Sternes. — Der Körper dieses Sternes wird dadurch gebildet, dass die Arachnoidea von der Vorderseite der Brücke, etwa

ihrer Mitte entsprechend, über die Corpora candicantia, das Infundibulum und das Chiasma nervorum opticorum sich nach vorne schlägt. — Die Strahlen des Sternes entstehen in folgender Weise: Vor der Brücke setzt sich der Subarachnoidalsinus um die Grosshirnschenkel herum nach beiden Seiten hin fort, zwei ähnliche paarige laterale Ausläufer gehen weiter vorne in die Sylvische Grube hinein, während der fünfte Strahl durch einen median gelegenen, nach vorne und oben gerichteten Raum dargestellt wird, der sich vom vorderen Rande des Chiasma angefangen in der Medianfissur des Gehirns über den Balken hin verliert.

Alle aus der Schädelhöhle austretenden Nerven erhalten von der Arachnoidea eine Scheide.

Die Arachnoidea des Rückenmarkes bewahrt durchwegs ihre Selbständigkeit; an der Bildung des Filum terminale, sowie der Nervenscheiden betheiligt sie sich ebenfalls. Zwischen Arachnoidea und Pia spinalis sind zahlreiche Subarachnoidalfäden, namentlich über der dorsalen Rückenmarksfläche ausgespannt.

Von den eigenthümlichen Excrescenzen an der Arachnoidea, namentlich neben der Fissura longitudinalis des Grosshirns, ausserdem am Seitenrande des Kleinhirns, manchmal auch an der Spitze des Schläfenlappens (seltener an anderen Stellen), den sogenannten Arachnoidalzotten, wird alsbald bei Besprechung des feineren Baues dieser Membran die Rede sein.

Die eigentliche, flächenhaft ausgebreitete Arachnoidea besteht aus faserigem Bindegewebe, nebst den dazu gehörigen Kernen; sie enthält keine Gefässe und keine Nerven und trägt an beiden Seiten einen äusserst zarten Belag von Plattenendothel. Die Bindegewebsfibrillen treten hier meist nicht zu Bündeln zusammen, sondern verlaufen entweder vollkommen unregelmässig oder hauptsächlich in zwei aufeinander senkrechten Richtungen (Arachnoidea spinalis).

Die Fäden, welche das subarachnoidale (spinnwebenartige) Gewebe darstellen, gehen wie die Wurzeln eines Baumes aus der Arachnoidea hervor; sie bestehen jedenfalls aus einem centralen Strange, der von einem Bindegewebsbündel dargestellt wird, sowie aus einer endothelialen Umhüllung — im Uebrigen aber ist ihr Bau trotz eingehender Untersuchungen, namentlich von *Axel Key* und *Retzius*, nahezu unverstanden. Nach Einwirkung von Essigsäure zeigen diese Fäden eigenthümliche spiralige oder ringförmige Einschnürungen (Fig. 180), die man früher auf umspinnende elastische Fasern zurückgeführt hat; gegenwärtig neigt man sich mehr der Anschauung hin, dass diese Einschnürungen durch einen zelligen Ueberzug des Fibrillenbündels erzeugt werden; die einzelnen Zellen sollen stellenweise

Verdickungen besitzen und an diesen Stellen dem aufquellenden Bündel mehr Widerstand entgegensetzen. Ausserdem sieht man viele Bündel noch von einer breiten, homogenen oder leicht streifigen Hülle umgeben, über deren Bedeutung sich auch kein sicherer Aufschluss geben lässt.

Um den Bau der Arachnoidea zu studiren, wählt man solche Stellen, wo sie eine längere Strecke hindurch von der Pia mater losgelöst ist, also entweder vom Rückenmarke (Cauda equina) oder vom Sinus subarachnoidalis posterior.

Das subarachnoidale Gewebe verschafft man sich am besten vom Sinus subarachnoidalis basalis. Nachdem die Essigsäure einige Zeit eingewirkt hat, kann man das Präparat auswaschen und in Glycerin aufbewahren.

Die Arachnoidalzotten (Pacchionische Granulationen, Corpuscula oder Glandulae Pacchioni) stellen kolbige, blumenkohlartige, gestielte Excrescenzen an der Arachnoidea dar, die sich in ihrem Bau auf das arachnoidale Grundgewebe zurückführen lassen. Sie bestehen nämlich aus lockerem, dem subarachnoidalen Gewebe analogen Bindegewebe und einem Ueberzuge von Arachnoidalendothel. Wie überall in der Arachnoidea, können sich auch hier einzelne Sandkörperchen finden.



Fig. 180. Arachnoidalbalken nach Essigsäureeinwirkung. Vergr. 200.

Die Arachnoidalzotten wachsen zunächst in den Subduralraum hinein; da sie aber in diesem keinen Platz finden, dringen sie weiter in die Substanz der Dura, und zwar fast ausschliesslich an solchen Stellen, die den wenigsten Widerstand bieten, also in bereits präformirte Hohlräume der Dura — das sind die venösen Sinus und die erwähnten, neben dem Sinus longitudinalis superior befindlichen Venenräume (Fig. 174, *Ps*).

Diese Parasinoidalräume (Lacunae laterales) finden sich an jenen Stellen, wo die grossen, über die Hemisphären hinaufziehenden Hirnvenen *(V)* in die Dura eintreten; erst durch sie ergiesst sich das Blut in den Sinus longitudinalis. Innen sind sie wie der Sinus von einem Endothel ausgekleidet. — Oeffnet man die Dura oberhalb dieser Parasinoidalräume oder auch ober dem Sinus selbst, so sieht man den Boden daselbst häufig mit Pacchionischen Granulationen wie ausgepflastert. — Wenn die Zotte *(G)* in einen solchen Venenraum hineinwächst, so durchbricht sie dessen untere Wand nicht, sondern schiebt sie vor sich her und bekommt also einen weiteren Ueberzug, der zum mindesten aus dem Endothel des Parasinoidalraumes besteht

(Fig. 174). Wächst die Zotte weiter gegen den Knochen und in diesen hinein (gelegentlich sogar durch denselben hindurch), so schiebt sie dann auch noch die obere Wand des Venenraumes vor sich her — dabei pflegt das Endothel allerdings durch den Druck zu schwinden.

Von den Subarachnoidalräumen aus lassen sich Farbstoffe in das Maschenwerk der Pacchionischen Granulationen und weiter durch die mehrfachen Epithelscheiden hindurch in die Parasinoidalräume und Venen treiben. Bei eitrigen oder blutigen Ergüssen in die Subarachnoidalräume findet man Eiter- oder Blutkörperchen auch in den Zotten.

Bei Kindern können die Arachnoidalzotten noch gänzlich fehlen, immer sind sie aber vor dem zehnten Lebensjahre nur wenig entwickelt; bei manchen, namentlich grösseren Thieren, finden sie sich auch, allerdings in geringerer Ausbildung als beim Menschen.

Von **pathologischen Veränderungen** an der Arachnoidea seien nur die nachfolgenden erwähnt.

An der Arachnoidea cerebralis, und zwar vorzüglich über dem Stirnhirn trifft man mitunter kleine knorpelartige Platten, ohne dass ihnen eine wesentliche pathologische Bedeutung zukommen würde. Häufiger sind sie an der Arachnoidea spinalis, namentlich über der dorsalen Fläche des Lenden- und unteren Brustmarkes. Hier können sie auch sehr gross, bis mehrere Centimeter lang, werden. Es sind dann papierdünne, verschieden grosse Plättchen, die allerdings am häufigsten im höheren Alter, in chronischen Rückenmarkskrankheiten und in der Dementia paralytica gefunden werden. Diese Plättchen besitzen eine ziemlich glatte äussere Fläche; gegen den Subarachnoidalraum hin, nach innen, sind sie aber meist mit knorrigen, kolbigen Excrescenzen besetzt. Ihrer feineren Structur nach haben sie namentlich wenn sich Kalksalze in ihnen abgelagert haben, eine gewisse Aehnlichkeit mit echtem Knochen.

An vielen Gehirnen Erwachsener, fast immer aber im höheren Alter, zeigen sich an der Arachnoidea stellenweise kleinere, leichte Trübungen. In Folge chronischer Reizungsprocesse bilden sich aber an der Arachnoidea ausgebreitetere Trübungen und Verdickungen, namentlich über der Convexität des Grosshirns in der Nähe der Mittellinie und über den grossen Gefässen der Pia; sie sind also einer der häufigsten Befunde bei Geisteskranken und Säufern; aber auch bei einfacher Atrophie, namentlich seniler Atrophie des Gehirns, sind solche Trübungen gewöhnlich vorhanden.

Davon verschieden sind kleinere disseminirte, weisse Herde, die über die ganze Convexität gleichmässig zerstreut sein können, in

deren Bereiche die Arachnoidea verdickt ist; dies findet sich ebenfalls bei chronisch Geisteskranken, namentlich im Blödsinn.

Zahlreiche kleine Wucherungen des Oberflächenendothels, die in gleicher Weise bei chronischen Geisteskranken, in erster Linie in der Dementia paralytica angetroffen werden, können der Arachnoidea ein griesliches, rauhes Aussehen verleihen.

An der Basis des Grosshirns kommen im Arachnoidalgewebe, besonders in der Nähe der Corpora candicantia, nicht selten kleine Fetthäufchen vor, die sich bis zu kleinen Lipomen vergrössern können.

Key und *Retzius*, Studien in der Anatomie des Nervensystems. I. Stockholm 1875. II. 1876. *Key A.*, Nord. med. Archiv 1879. *Faivre*, Des Granulations méningiennes. Thèse de Paris 1853. *Laehr H.*, Die Pacchionischen Granulationen. Dissert. Berlin 1880. *Labbé*, Etude sur les granulations de Pacchioni. Thèse de Paris 1882. *Krömer*, Die Knochenneubildungen in der Arachnoidea. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie. 34. Bd. *Chvostek*, Weitere Beobachtungen über Kalkplättchen in der Arachnoidea spinalis. Wiener med. Presse 1880. *Chiari H.*, Ueber zwei Fälle von Lipom an der Hirnbasis. Wiener med. Wochenschr. 1879.

C. Die Pia mater

(Gefässhaut, Meninx vasculosa, Tunica propria).

Die Pia mater cerebralis, welche der Gehirnoberfläche enge anliegt, senkt sich nicht blos in alle Furchen des Gross- und Kleinhirns hinab (Fig. 174), sondern sie dringt auch durch den Schlitz des Grosshirns und den des Kleinhirns in das Innere der Ventrikel hinein, um dort die Telae choroideae zu bilden. Die Pia spinalis liegt in gleicher Weise dem Rückenmarke innig an und sendet die erwähnten dreieckigen Fortsätze, das Ligamentum denticulatum, zur Dura mater. Ihre Verbindungen mit der Arachnoidea fanden ebenfalls bereits Besprechung.

Sowohl die austretenden Nerven als das Filum terminale erhalten von der Pia mater eine Scheide.

Die Pia mater cerebralis besteht aus zwei Schichten; die äussere Schichte ist eine ziemlich zarte, kernreiche Bindegewebsmembran, in welcher Arterien und Venen — weniger die Capillargefässe — sich ausbreiten, um von hier aus ihre Seitenäste senkrecht in die Gehirnsubstanz abzugeben. Die Gefässe der Pia befinden sich in einem Lymphraume und erhalten beim Eintritte ins Gehirn von der Pia eine Scheide; diese Lymphräume communiciren direct mit den adventitiellen Spatien um die intracerebralen Gefässe, während sich in den epicerebralen Raum (Fig. 174 *ec*) hauptsächlich die perivasculären

Räume eröffnen, ausserdem aber auch zahlreiche freie Lymphspalten, welche von den periganglionären und perigliären Lymphräumen abgehen. Das von der Arachnoidea herüberziehende Endothel bekleidet auch die Pia.

Die innere tiefliegende Schichte der Pia cerebralis stellt eine äusserst zarte Membran, Basalmembran, dar, die nur an einzelnen Stellen, z. B. am Kleinhirne, leichter zu erkennen ist und dort bereits näher gewürdigt wurde. Sie sendet Fortsätze ins Innere der Gehirnsubstanz, die sich an der Constituirung des stützenden Gerüstes betheiligen.

Die Pia des Rückenmarkes besteht ebenfalls aus zwei Schichten, die aber beide derber sind, als über dem Gehirne. Die äussere Schichte, aus meist longitudinalen Fasern zusammengesetzt, enthält auch die Gefässe, in weniger dichter Ausbreitung als in der Pia cerebralis; die innere gefässlose Schichte wird von starken circulären Bindegewebsfasern gebildet.

In den Sulcus longitudinalis ventralis des Rückenmarkes tritt die Pia ganz, in den dorsalen blos die innere Piaschichte ein.

Unter der Pia mater, an der Oberfläche des Gross- und Kleinhirns, beschreibt *Fleischl* eine meist doppelte Lage sehr kleiner Zellen, welche er Cuticulum cerebri et cerebelli nennt.

In der Pia mater finden sich oft, namentlich bei älteren Individuen, zahlreiche verästigte Pigmentzellen. Am zahlreichsten pflegen sie an der ventralen Seite der Medulla oblongata aufzutreten, so dass diese hier makroskopisch häufig wie angeraucht aussieht. In der äusseren Schichte der spinalen Pia kann man diese Pigmentzellen durch die ganze Länge des Rückenmarkes hinab antreffen. Andererseits lassen sich solche Pigmentzellen häufig auch an der Basis des Grosshirns bis gegen die Bulbi olfactorii und in die Sylvische Grube hinein verfolgen. Haar- und Hautfarbe haben keinen nachweisbaren Einfluss auf die Menge des Piapigmentes.

Ein reichliches sympathisches Nervengeflecht in der Pia mater ist für die daselbst befindlichen Gefässe bestimmt. Ausserdem wurden aber in der Pia mater spinalis, namentlich an der ventralen Rückenmarksfläche, feine Nervenfasern gesehen, welche aus der weissen Substanz des Rückenmarkes direct in die Pia eintreten, dort längere Zeit verlaufen und schliesslich entweder in knopfförmige Anschwellungen oder in Endkörper übergehen, welche den *Meissner*schen Tastkörperchen gleichen (*Aronson*).

Von den **pathologisch-anatomischen Veränderungen** im Bereiche der Pia mater seien zunächst die Hyperämien und Blutungen erwähnt.

Eine eigenthümliche Form der Hyperämie trifft man im Rheumatismus cerebralis; dabei zeigen sich ausser einer allgemeinen Injection der Membran zahlreiche Plaques von zinnoberrother Farbe, die wie Suffusionen aussehen und durch eine stärkere locale Gefässfüllung bedingt sind.

Verwachsung der Pia mater mit der Hirnrinde, wie dies beispielsweise in der Dementia paralytica vorzüglich über den Stirnlappen der Fall ist, wird nicht durch eine Vermehrung der Blutgefässe bedingt, sondern ist wenigstens theilweise dadurch zu erklären, dass die Hirnrinde, in den tieferen Schichten erweicht, zerreisslich ist, während die submeningeale Schichte verdichtet und dadurch mit der Pia inniger verbunden erscheint.

In den Lymphscheiden der Gefässe innerhalb der Pia können die gleichen Veränderungen des Inhaltes aufgefunden werden, wie bei den intracerebralen Gefässen (vgl. pag. 192).

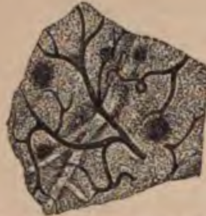


Fig. 181. Pia mater bei Meningitis tuberculosa. Vergr. 15.

Die eitrige Meningitis (Leptomeningitis purulenta) tritt häufig secundär auf. Aetiologisch kommen hier verschiedene Mikroorganismen in Betracht, in erster Linie Pneumoniediplococcen, angeblich selbst ohne vorhandene Pneumonie. Mehr oder minder grosse Mengen von Eiter finden sich im Gewebe der Pia, besonders um die Gefässe herum und im subarachnoidalen Gewebe, ferner im epicerebralen Raume; längs der Gefässscheiden und ausserdem aber auch direct dringen Eiterkörperchen in die Hirnrinde hinein, deren Tangentialfasern dabei zu degeneriren scheinen.

Bei der epidemischen Cerebrospinalmeningitis ist das histologische Bild ein ähnliches.

Die tuberculöse Basilarmeningitis ist hauptsächlich charakterisirt durch das Auftreten von kleinen bis hirsekorngrossen rundlichen Knötchen in der Substanz der Pia, welche aus den für den Tuberkel charakteristische Zellen bestehen und mit Vorliebe sich um die Gefässe an der Basis und in der Fossa Sylvii ansetzen (Fig. 181). Die Hirnrinde ist fast immer miterkrankt, sie ist unter den betroffenen Stellen der Pia meist hyperämisch, kleine Blutungen sind in grosser Anzahl vorhanden.

Viele Tumoren des Gehirns oder Rückenmarkes nehmen ihren Ausgang von der Pia mater.

Im höheren Alter, theilweise vielleicht auch im Zusammenhang mit manchen chronischen Erkrankungen des Centralnervensystems, findet man Amyloidkörperchen auch an der Pia mater.

Der amerikanische Wasservogel Plotus anhinga soll regelmässig in den Meningen über der Convexität des Kleinhirns einen grossen Ballen von Fadenwürmern tragen, ohne dadurch irgend welchen Schaden zu leiden.

In den inneren Meningen des Gehirns, besonders des Grosshirns, sind Cysticercusblasen ein gar nicht seltener Befund; manchmal finden sie sich in sehr grosser Anzahl. Nicht häufig ist die Form des Cysticercus racemosus, der mit Vorliebe in dem basalen Subarachnoidalraum sich niederlässt.

Die topographische Lagerung der **Telae choroideae** und der **Plexus choroidei** in den Ventrikeln des Gross- und Kleinhirns wurde bereits besprochen.

Es genüge hier nochmals darauf aufmerksam zu machen, dass wir es mit Duplicaturen der Pia mater zu thun haben, welche die Hirnblasen gegen den Ventrikel hin einstülpen; daher verhalten sich auch die Telae choroideae in ihrem Bau ähnlich der Pia mater, während sich an ihrer, dem Ventrikel zugekehrten Fläche die Reste der Hirnanlage finden.



Fig. 182. Epithel des Plexus choroideus. Vergr. 200.

Näheres Eingehen verlangt aber der histologische Charakter der Plexus choroidei.

Die Pia mater erscheint hier auf ein nahezu structurloses Häutchen reducirt, in dessen Substanz keine Gefässe verlaufen. Hingegen drängen sich eigenthümliche Gefässe (Capillargefässe von sehr weitem Caliber) in die Duplicaturen dieser Membran vor, so dass sie von ihr allseitig umschlossen werden. Die vielfachen Windungen, welche diese Capillargefässe während ihres langen Verlaufes durchmachen, veranlassen das charakteristische, zottenartige Aussehen der Plexus. Gegen den Ventrikel zu ist der Plexus von einer einfachen Lage von Zellen bedeckt, die sich durch die Eigenthümlichkeit ihres Baues auszeichnen (Fig. 182). Es sind dies Zellen, die, obwohl vielgestaltig, doch im Grossen und Ganzen eine kubische Grundform erkennen lassen; ihre Ecken und Kanten sind zu Fortsätzen ausgezogen, mittelst welcher sie sich ineinander schieben; in einem grobkörnigen Protoplasma liegt ein runder Kern und ausserdem nahezu in jeder Zelle ein glänzendes, stark lichtbrechendes, gelblich bis bräunlich gefärbtes Körnchen. Da es sich mit Ueberosmiumsäure dunkler färbt, so dürfte es aus einer dem Fette verwandten Substanz bestehen; manchmal gestaltet es sich zu sonderbaren stäbchen- oder ringförmigen Körperchen um.

Der gesammte Bau der Plexus choroidei erinnert in hohem Grade an den einer umgestülpten Drüse. Wir dürfen auch annehmen, dass hier die Zellen des Neuroepithels, statt Nervensubstanz zu bilden, zu Drüsenzellen geworden sind, bestimmt, den Liquor cerebrospinalis zu secerniren. Dazu sind wir umsomehr berechtigt, als diese Flüssigkeit ihrer chemischen Constitution nach keineswegs als seröses Transsudat aufgefasst werden darf, sondern ein specifisches Fluidum darstellt. Geformte Bestandtheile finden sich nur wenige in der Cerebrospinalflüssigkeit.

Von den unwesentlichen Vorkommnissen in den Plexus choroidei seien zunächst Fettkörnchen, braunes Pigment und namentlich Kalkkugeln und derartige grössere Conglomerate erwähnt, denen aber keinerlei pathologische Bedeutung beigemessen werden darf. Auch Tumoren, z. B. Lipome, können im Plexus choroideus sitzen; primäre Actinomykose hat *Bollinger* gefunden. Die bekannten Cysten fehlen im Plexus bei älteren Personen fast niemals, können aber auch schon beim Neugeborenen auftreten. Ihr Lieblingssitz ist der Glomus des Plexus lateralis. Am entsprechendsten für die Entstehung dieser Cysten ist die Anschauung von *Schnopfhagen*, dass sie durch hydropisches Auseinanderweichen der beiden, die Telae und Plexus constituirenden Piablätter gebildet würden.

Beim Pferde trifft man regelmässig *(Faivre)* im Plexus choroideus Concretionen aus unorganischer Materie (kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk) oder aus Cholestearin; sie können in grosser Anzahl auftreten und die Grösse eines Hühnereies erreichen.

Asplund, Zur Kenntniss der Verbindungen des Rückenmarkes mit der Pia. Nord. med. Arch. 1890. *Aronson*, Ueber Nerven und Nervenendigungen in der Pia mater. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1890. *Fleischl*, Zur Anatomie d. Hirnoberfläche. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1871. *Adenot*, Des meningites microbiènnes. Paris 1890. *Zenker*, Ueber den Cystikercus racemosus des Gehirns. Bonn 1882. *Richter M.*, Prag. med. Wochenschr. 1891. *Cahall*, The journ. of nerv. and ment. dis. 1889. *Heubner*, „Gehirnhäute" in Eulenburg's Realencyklopädie, 2. Aufl. *Luschka*, Die Adergeflechte d. menschl. Gehirns. Berlin 1855. *Faivre*, Et. s. l. Conarium et les plexus chor. chez l'homme et les animaux. Ann. d. sc. natur. 1857. *Kollmann*, Die Entwickelung d. Adergeflechte. Leipzig 1861. *Obersteiner*, Ein Lipom des Plexus choroideus. Centralbl. f. Nervenheilk. 1883. *Häckel*, Beitr. z. normalen und pathol. Anatomie der Plexus choroidei. Virchow's Arch. 16. Bd.

D. Die grösseren Gefässe des Gehirns.

Arterien und Venen verlaufen in der Schädelhöhle nicht, wie dies in anderen Organen der Fall ist, vereinigt. Wenn wir von den verschiedenen grossen Venensinus in der Dura mater absehen, so können wir sagen, dass alle bedeutenderen Arterien an der Gehirn-

basis zu finden sind, während die gröberen Venen hauptsächlich gegen die Convexität des Gehirns hinstreben.

Durch die Untersuchungen von *Heubner* und *Duret* sind die Verhältnisse der Gefässvertheilung im Gehirne erst genauer bekannt geworden. Es können aber hier nur die Hauptgrundzüge davon mitgetheilt werden.

Das Gehirn wird jederseits von zwei Arterien mit Blut versorgt, von der Arteria carotis interna und der Arteria vertebralis.



Fig. 183.

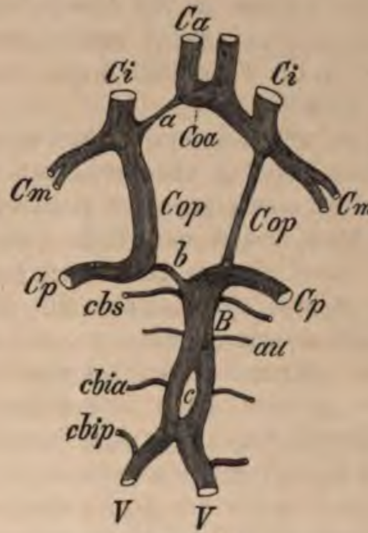


Fig. 184.

Fig. 183. Basalarterien des Grosshirns, Circulus Willisii. *Ci* Carotis interna. *Ca* A. cerebri anterior, *Cm* A. cerebri media, *Cp* A. cerebri posterior, *Coa* A. communicans anterior, *Cop* A. communicans posterior, *V* A. vertebralis, *B* A. basilaris, *cbs* A. cerebelli superior, *cbia* A. cerebelli inferior arterior, *cbip* A. cerebelli inferior posterior, *au* A. auditiva.

Fig. 184. Anomalien des Circulus Willisii. Bezeichnung der Arterien wie in Fig. 183.

An der lateralen Seite des Tuber olfactorium tritt die Arteria carotis interna (*Ci*, Fig. 183) an die Gehirnbasis heran und theilt sich, nachdem sie nach vorne die Arteria ophthalmica abgegeben hat, in ihre beiden Hauptäste, in die Arteria cerebri anterior und die Arteria cerebri media.

Die Arteria cerebri anterior (*Ca*, Arteria corporis callosi) wendet sich erst medianwärts, schlüpft ober dem Sehnerven durch und biegt dann nach vorne um, dringt in die Mantelspalte ein und kann nun an der Oberseite des Balkens weit nach hinten verfolgt werden. — Sobald beide Arteriae cerebri anteriores in die sagittale Richtung

umbiegen, nähern sie sich soweit, dass ein meist ganz kurzes Verbindungsstück (*Coa*, die Arteria communicans anterior) genügt, um eine wichtige Anastomose herzustellen. An der Stelle, wo die Arteria cerebri anterior sich um den Balken nach oben schlägt, gibt sie eine feine Arterie für die Dura mater ab, welche am Unterrande der Falx nach hinten zieht (*Langer*).

Die Arteria cerebri media (*Cm*, Arteria fossae Sylvii, Arteria transversa cerebri) muss als die directe Fortsetzung der Carotis interna angesehen werden; daher auch ein Embolus von letzterer aus viel leichter in die Arteria cerebri media als in die anterior gelangt. — Die Arteria cerebri media wendet sich lateralwärts und dringt in die Fossa Sylvii ein, woselbst sie bald in drei bis fünf Aeste zerfällt.

Die beiden Arteriae vertebrales, *V*, geben die Arteriae cerebelli inferiores, *cbip*, ab und vereinigen sich dann in der distalen Brückengegend zu einem unpaaren Stamme, der Arteria basilaris, *B*, welche in leichtem, meist nach links convexem Bogen sagittal nach vorne zieht. Dabei gibt sie gewöhnlich jederseits drei kleinere Seitenzweige unter rechtem Winkel ab: die Arteria cerebelli inferior anterior, *cbia*; die Arteria auditiva, *au*, und die Arteria cerebelli superior, *cbs*. — Am proximalen Brückenrande theilt sich die Arteria basilaris wieder in zwei direct lateralwärts gerichtete Aeste, die Arteriae cerebri posteriores (*Cp*, Arteriae profundae cerebri).

Kurz bevor die Carotis in die Arteria cerebri media übergeht, oder auch schon von dem Anfangsstücke der letzteren, gehen zwei Gefässäste ab, die Arteria communicans posterior, *Cop*, und die Arteria choroidea. Die erstgenannte ist ein gewöhnlich ziemlich enger Gefässast, der nach rückwärts zur Arteria cerebri posterior zieht, welche er in einer Entfernung von kaum 1 Centimeter von der Theilungsstelle der Arteria basilaris erreicht. Auf diese Weise entsteht an der Gehirnbasis ein arterielles Sechs- oder Siebeneck, der Circulus arteriosus Willisii (Hexagon, Polygon von *Willis*).

Nach der Arteria communicans posterior sendet die Carotis interna, respective die A. cerebri media meist einen zweiten feinen Ast nach rückwärts, die Arteria choroidea; diese Arterie verläuft längs des Tractus opticus und gelangt so in den Plexus choroideus des Unterhornes.

Von den genannten grossen Arterien gehen die feineren Arterien für die Gehirnsubstanz ab, doch geschieht dies in zweifacher Weise. Solange die Hauptarterien an der Gehirnbasis verlaufen, senden sie feine Aestchen, welche mit den benachbarten Gefässen nicht anastomosiren, also Endarterien darstellen, in die Gehirnsubstanz hinein

(*Heubner's* Basalbezirk). Ueber der gesammten übrigen Hirnoberfläche lösen sich die grösseren Arterien aber durch dichotomische Theilung nach und nach auf (*Heubner's* Rindenbezirk); dabei stehen die benachbarten Gefässbezirke durch zahlreiche Anastomosen in der Pia mater miteinander in Verbindung. — Anastomosen zwischen den Gefässen beider Hemisphären sind innerhalb des Rindenbezirkes jedenfalls nur äusserst selten.

Der Verlauf der Furchen an der Hirnoberfläche ist nahezu ohne jede Wechselbeziehung zur Richtung der Gefässe.

Von den Aestchen des Basalbezirkes werden ausschliesslich die centralen Partien des Gehirns, also die Centralganglien und ein grosser Theil der sie umgebenden weissen Masse, versorgt, der Rindenbezirk gibt die Gefässe für die Ernährung der Rinde ab. Der hintere Schenkel der inneren Kapsel wird in seinem vorderen Drittel von der Arteria cerebri posterior, in seinen beiden hinteren Dritttheilen von der Arteria choroidea versorgt; in den höheren Theilen des hinteren Schenkels der inneren Kapsel treten aber Aestchen der Arteria cerebri media ein (*Kolisko*).

Die gesammte Oberfläche jeder Grosshirnhemisphäre lässt sich in drei Gebiete zerlegen, welche den drei Hauptarterien des Grosshirns entsprechen.

1. Gebiet der Arteria cerebri anterior: An der convexen Oberfläche der grösste Theil der oberen und mittleren Stirnwindung; die gesammte mediale Fläche nach rückwärts bis gegen den Cuneus, ferner der mediale Abschnitt der Orbitalfläche.

2. Gebiet der Arteria cerebri media: Beide Centralwindungen, der ganze übrige convexe Theil des Scheitellappens, die obere Temporalwindung, die Insel, die untere Stirnwindung und der laterale Theil der Orbitalfläche; an die Medianfläche gelangt höchstens ein kleiner Ast in die Gegend des Uncus.

3. Gebiet der Arteria cerebri posterior: Der gesammte Hinterhauptslappen und der grösste Theil des Schläfenlappens.

Die oberflächlichen **Gehirnvenen** bilden ein anastomosenreiches Netz in der Pia mater und öffnen sich in die verschiedenen Sinus der Dura mater. Die grösste und ziemlich constante Anastomose läuft horizontal über den Temporallappen, Vena magna anastomotica temporalis.

Die Venen der centralen Hirntheile sammeln sich zur Vena cerebri interna communis (Vena magna Galeni). Sie wird hauptsächlich durch den Zusammenfluss beider Venae cerebri internae gebildet, welche in der Tela choroidea media an der Decke des dritten Ventrikels verlaufen.

Die Vena cerebri interna communis tritt durch die grosse, quere Hirnspalte nach aussen und ergiesst sich in den Sinus perpendicularis.

Mehr als irgend ein anderes Organ bedarf das Gehirn einer genügenden Blutzufuhr; dennoch steht der Gesammtquerschnitt der vier zuführenden Arterien keineswegs immer im gleichen Verhältnisse zur Grösse des Gehirns; dieses Verhältniss (relativer Gefässquerschnitt) kann vielmehr innerhalb recht breiter Grenzen schwanken *(Löwenfeld)*.

Bei den meisten Thieren ist der relative Antheil, welchen die Carotiden und die Vertebralarterien an der Ernährung des Gehirns nehmen, ein anderer als beim Menschen.

So sind beispielsweise bei den meisten Nagethieren die Vetebralarterien gegenüber den Carotiden sehr mächtig entwickelt. Hingegen gelangen bei den Wiederkäuern (auch beim Schweine und angeblich auch beim Leoparden) die Vetebralarterien gar nicht direct ans Gehirn. Die beiden Carotiden bilden bei diesen Thieren an der Schädelbasis ausserhalb der Dura ein schönes Wundernetz, aus welchem erst die Carotis an die Gehirnbasis tritt und nun den Circulus Willisii mit der Arteria basilaris allein bildet; letztere setzt sich unpaar bleibend an der Ventralfläche des Rückenmarkes als Arteria spinalis anterior fort; die beiden Vertebralarterien verbleiben immer ausserhalb der Dura mater und anastomosiren nur schliesslich mit dem basalen Wundernetze.

Der oben geschilderte typische Verlauf der grossen basalen Arterien erleidet in sehr vielen Fällen eine Alteration, die von grösserer oder geringerer physiologischer Bedeutung sein kann.

Wir wollen nur die häufigeren **Varietäten des Circulus Willisii** erwähnen.

Die Arteria communicans anterior kann doppelt oder dreifach sein oder aber in der Weise fehlen, dass beide Arteriae cerebri anteriores eine Strecke weit direct miteinander verwachsen.

Mitunter werden beide Arteriae cerebri anteriores fast nur von einer Carotis aus versorgt (Fig. 184). Es bleibt meist an der anderen Seite blos ein dünner Verbindungsast von der Gegend der Arteria communicans anterior zur Carotis *(a)*. In ähnlicher Weise kann es geschehen, dass die Arteria cerebri posterior nicht von der Arteria basilaris, sondern von der gleichseitigen Carotis gespeist wird und nur eine unbedeutende Anastomose *(b)* zwischen Arteria cerebri posterior und vorderem Ende der Arteria basilaris besteht; in diesem

Falle muss die Arteria communicans posterior sehr stark entwickelt sein. Die Arteria communicans posterior kann aber auch einseitig ganz fehlen.

Wiederholt wurde ein ziemlich beträchtlicher Gefässast gesehen, welcher noch innerhalb des Sinus cavernosus von der Carotis interna entspringt und sich rückwärts zur Arteria basilaris wendet; er fand sich immer mit abnormer Schwäche des Vertebralsystems combinirt.

Sehr häufig lässt die Arteria basilaris ihre Entstehungsweise aus der Vereinigung beider Arteriae vertebrales noch durch das Vorhandensein einer Scheidewand in ihrem Inneren erkennen, ja es kommt sogar nicht selten zu einer streckenweisen Verdoppelung dieser Arterie, Inselbildung (Fig. 184, *c*). Sehr häufig sind die beiden Arteriae vertebrales ungleich stark, öfter ist die rechte Arterie die dünnere.

Ist die in Fig. 184 mit *b* bezeichnete Abnormität vorhanden, so pflegt auch die gleichseitige Arteria vertebralis auffallend schwach zu sein; es erklärt sich dies aus dem Umstande, dass die Arteria basilaris aus der Verschmelzung beider Arteriae vertebrales entstanden ist. Die betreffende Arteria vertebralis kann auch fast vollständig in die Arteria cerebelli inferior umbiegen und nur durch ein dünnes Verbindungsästchen mit der Arteria basilaris zusammenhängen.

Der **feinere Bau der äusseren Gehirngefässe** ist in keinem wesentlichen Punkte von der Structur der Arterien und Venen in anderen Organen abweichend; die Gehirnvenen zeichnen sich durch den Mangel an Klappen aus.

Von den **Erkrankungen der grossen Gehirngefässe** seien nur die wichtigsten erwähnt.

Nicht selten sind Embolien der Arterien, und zwar betreffen sie in mehr als drei Vierteln der Fälle die Arteria fossae Sylvii, links und rechts gleich häufig.

Von der Embolie zu unterscheiden sind die autochthonen Thrombosen der Gehirnarterien.

Nicht selten sind Thrombosen der Hirnsinus.

Relativ spärlich sind aneurysmatische Erweiterungen der Basalgefässe. Nach einer Zusammenstellung von *Lebert* fanden sich unter 86 Aneurysmen der Hirnarterien dieselben 31mal an der Arteria basilaris und 21mal an der Arteria cerebri media. Die übrigen Fälle vertheilen sich unter die anderen Arterien. Die linke Seite scheint ein wenig häufiger der Sitz solcher Aneurysmen zu sein.

Fast an allen Gehirnen älterer Personen trifft man eine atheromatöse Degeneration der Arterien. Mitunter fällt es schwer, einen

atheromatösen Process an den Arterien von einer **luetischen Erkrankung** derselben zu unterscheiden. Bei letzterer handelt es sich um eine Granulationsgeschwulst, entstanden durch Infiltration, wahrscheinlich von den Capillaren der Muscularis (Vasa vasorum) ausgehend. Diese Infiltration breitet sich namentlich im Bereiche der Intima aus, und zwar zwischen Endothel und Membrana fenestrata. Häufig sieht man an solchen luetisch erkrankten Arterien eine mehrfache Membrana fenestrata, welche am Querschnitte als helle, glänzende Wellenlinie erscheint und die *Heubner* für neugebildet hält; möglicherweise ist sie aber durch Spaltung der ursprünglichen Membrana fenestrata in Folge von Einschiebung des Granulationsgewebes entstanden (*Rumpf*).

Gegenüber den atheromatösen Veränderungen zeigen die luetischen Erkrankungen mehr die Tendenz zu activem Anwachsen und Fortschreiten (bis zur vollständigen Thrombosirung der Arterie), während die ersteren sehr bald einem regressiven Processe (Verkalkung und Verfettung) anheimfallen.

Heubner, Die luetische Erkrankung der Hirnarterien. Leipzig 1874. *Duret*, Rech. anatom. sur la circulation de l'encéphale. *Adamkiewicz*, Die Arterien des verläng. Markes. Denkschr. d. Wien. Akad. 1890. *Kolisko*, Ueber die Beziehung der Art. choroidea ant. z. hint. Schenkel der inneren Kapsel. Wien 1891. *Browning*, The veins of the brain. Brooklyn 1884. *Loewenfeld*, Studien über Aetiologie und Pathogenese der spontanen Hirnblutungen. Wiesbaden 1886. *Walker E*, Ueber Verstopfung der Hirnarterien. Dissert. Zürich 1872. *Lebert H.*, Ueber die Aneurysmen der Hirnarterien. Berl. klin. Wochenschr. 1866. *Epron*, Des Anévrismes intracraniens. Thèse de Paris 1890. *Rumpf*, Die syphilitischen Erkrankungen des Nervensystems. Wiesbaden 1887.

Alphabetisches Inhaltsverzeichniss.

B.

C.

D.

G.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

T.

K. u. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Medicinischer Verlag von Franz Deuticke

...ot, J. M., **Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems, ...sondere über Hysterie.** Autorisirte deutsche Ausgabe von Dr. Sigmund ...d, Docent an der k. k. Universität in Wien. Mit 59 Abbildungen. 1886. — Preis ... geb. M. 10.60.

...nak, Director Dr. J., **Die mährische Landes-Irrenanstalt bei Brünn, ... bauliche Einrichtung, Administration, ärztliche Gebarung und Statistik.** ... vielen Tafeln und Formularien. 1866. 4°. — Preis 10 M.

...winski, Director Dr. Joh., **Compendium der Thermotherapie ...sserkur).** 1875. — Preis 4 M.

...r, Prof. Dr. Sigm., **Die Ph... ...r facettirten Augen von ...ecten und Krebsen.** Mit 7 lith... ...druck und 23 Abbildungen. ...1. — Preis 14 M.

...ud, Doc... ... Eine kritische Studie.

...Gewissen u. Strafe. ...88. — Preis M. 2.50.

... organischen Er-...ctionen. Separat-...druck ... 1 M.

Hirschfel... ...ge. 1880. — Preis 1 M.

Jahrbücher ... Psychiatrie und forensisch... ...-Docent in Wien; Dr. M. ... -Profess... in Wien; Dr. T... ...in ... unter Verantwort... 1...-1890. — P...

Krayatsch, Dr. ... **...anstalten.** 1888. — ...

Landesmann, Dr. ... lung der an denselben... besserte und vermehrte A...

Lechner, Director Dr... **luëtischen Frühformen.** 1...